BULLETIN
OF THE
NANSEI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 12

南西海区水産研究所研究報告

第 12 号

AUG 2 1 1980

昭和55年3月
南西海区水産研究所
広　島
NANSEI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
FISHERIES AGENCY
HIROSHIMA, JAPAN
March 1980

南西海区水産研究所研究報告
第 12 号

目　　次

山田　久・鹿山　光
干潟域における有機物の無機化について……1
福原　修・岸田　達
マダイ稚仔魚期における二，三の行動……9
福原　修・山本　賢治・和泉　渉・伊藤　捷久
人工種苗の形態異常に関する研究—I
イシダイの脊椎骨および斑紋異常……21
倉田　博・松田　泰嗣
ヒシガニ，*Parthenope validus*，の飼育幼生とカニ類における卵径変異について…31
倉田　博・松田　泰嗣
マルバガニ，*Eucrate crenata*，の飼育幼生……43
斉藤雄之助
瀬戸内海およびその周辺海域におけるホンダワラ科藻類の分布について……51
林　健一・通山　正弘
日本産サルエビ属（クルマエビ科）の一新種……69
通山　正弘
土佐湾におけるサルエビ属3種の形態的特徴とそれらの生態について……75
小西　芳信
マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布について……93
玉井　恭一
別府湾奥深部域に特徴的に生息する2種のベントス，*Lucinoma annulata*（二枚貝）と *Aricidea* sp.（多毛類）の分布…… 105
宮田　和夫・坂本　久雄・百田　和子
土佐湾の海洋構造について—I
土佐湾の潮流…… 115

学会誌等掲載論文抄録

山田　久・村上　彰男・鹿山　光
海域における有機化合物の無機化について…… 125
小西　芳信・浅見　忠彦・花岡　藤雄・永田　樹三・酒井　保次・
山中　完一・陣野　哲郎・工藤　晋二・通山　正弘・岡村　収
開洋丸による土佐沖・豊後水道沖の大陸棚及び同斜面ならびに土佐海盆におけるトロールその他の調査結果…… 125
宇野　史郎
Gymnodinium type '65および3種の赤潮プランクトンの各増殖期における生理的変化と動物プランクトンによる捕食について…… 126

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 1~8 (1980)

On the Mineralization of Organic Substances at the Intertidal Zone

Hisashi YAMADA and Mistu KAYAMA*

Although the intertidal zone is not well studied yet, it is evaluated to play an important role in the marine ecosystem. It is well known that the intertidal zone serves as the nursery ground for shrimps such as *Penaeus japonicus*.[1] It is also supposed that such organisms as Periphyte, Nematoda, Polychaeta and benthic Copepoda dwell, and are eaten by the animals of higher trophic level. Therefore, the intertidal zone is essential for the biological production in coast.

On the other hand, a large number of bacteria exists in sand of the intertidal zone, they are concerned in the process of mineralization of organic substances, denitrofication, nitrification etc. For these reasons, the intertidal zones contribute to the purification of sea water. However, the role of the intertidal zone on the purification of marine environment is not clarified yet in detail.

Here, the authors determined the mineralization rate of organic solute (U-[^{14}C]-glucose) at the intertidal zone. Moreover, the characteristic of the mineralization rate is discussed in relation to the grain size composition of the sand at the intertidal zone in this article.

Materials and methods

Sampling

The sand was obtained with a spoon at the seven stations at the intertidal zone located at the south coast of Beppu Bay on March and August, 1979. The sand sample at the deeper layer of sand column was obtained by the following method. The pipe made of chlorinated vinyl (50mm in internal diameter, 1000mm in length) was driven into the sand and pulled out. The pipe was cut off at intervals of 10cm, the sand in the pipe was obtained.

The sand samples were cooled under ice and brought back to the laboratory.

Bacterial counts

One gram of sand was added to 9 ml of sterile sea water and stirred vigorously for 5 min. The supernatant was serially diluted by decimal intervals in sterile sea water. The samples of 1 ml of each dilution were inoculated to the liquid medum. The culture medium was similar to ZoBell 2216 E. Inoculated media were incubated at 25°C for two weeks. The most provable number was determined.

Received: October 15, 1979. Contribution No. 88 from the Nansei Regional Fisheries Research Laboratory.
* Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University.
Midorimachi, Fukuyama (720).

Mineralization rate

The mineralization rate of glucose at the intertidal zone was determined by the kinetic approach described by M. J. HARRISON *et al.*[2] and R.T. WRIGHT.[3] The apparatus used in this research was described in the previous article.[4] It is a 50 ml amber glass Erlenmyer flask, in which the inner chamber (internal diameter, 10mm) is equipped. 0.5 μCi of U-[^{14}C]-glucose, adequate amount of the sand sample (weighed precisely) and 5 ml of artificial sea water (ASP-6 modified[5]) were put in the outer chamber. Unlabeled substrate (glucose) was also in the outer chamber at several concentrations (5.19, 10.38, 15.57 and 20.76 μg). One ml of 1 M methanol solution of hydroxide of Hyamine 10-X (p. (diisobutyl-cresoxyethoxyethyl) dimethylbenzyl ammonium hydroxide) and an accordion-folded piece of filter paper (3×4 cm) were introduced into the inner chamber. The Hyamine 10-X was used as a reagents for absorbing carbon dioxide evolved, and the filter paper was used to expand the surface area. Four pairs of flasks of the four kinds of concentration of unlabeled substrate (eight flasks) per one sand sample were prepared for the determination of the mineralization rate.

The incubation was carried out after sealing with a double rubber cap in a shaking incubator (TOYO monoshin II) for 15 minute at 27 °C. At the end of incubation time, the reaction was stopped and the medium was acidified with 1 ml of 6 N HCl. The acid was introduced to the outer chamber through the rubber cap by a syringe with a needle. The flask was shaked again for 1 hour after acidifying to liberate carbon dioxide derived from mineralization and to absorb it into Hyamine 10-X.

After finishing the incubation, the Hyamine solution and the filter paper were put into a glass vial and the inner chamber was rinsed with the liquid scintillation solution (5.005 g. PPO (2,5-diphenyloxazole) and 0.495 g. POPOP (1,4-bis-2-(4-methyl-5-phenyloxazole)-benzen) per 1 liter of toluene) and the rinsed toluene solution was added to the glass vial. The radioactivities based on absorbed [^{14}C]CO_2 were measured by a liquid scintillation spectrometer (Packard Instrument Company, Inc. Model 3255). Quenching was corrected with the external standard method, and data were corrected for blank activity and applied as in the following equation above t/f (turnover time), which was plotted agaist added substrate concentration.

$$t/f = (K+S)/V_{max} + A/V_{max}$$

where ; t ; incubation time (hr.)

f ; the fraction of available substrate mineralized

K ; a constant related to uptake

V_{max} ; the maximal velocity for minaralization

S ; the natural substrate concentration

A ; the concentration of added substrate

The maximal velocity of the mineralization was obtained from the inverse of the slope of the regression line.

Ignition loss (crude organic matter), and carbon and nitrogen contents

Ignition loss was determined by burning the dry mud at 750 °C until the weight becomes constant.

Carbon and nitrogen contents were determined by a CHN Corder (Yanagimoto Co Ltd., Model MT2).

Grain size composition

The sand was dryed in a oven at 110 °C, and mixed throughly with a glass rod. About 10 g of sand were sifted by a series of nine sieves, and the amount of sand on each sieve was weighed. Then, the grain size composition in percentage was caluculated.

Results

Kinetics of mineralization of organic solute

The kinetic plots of mineralization of glucose are shown in Fig. 1. The good correlations were obtained and the correlation coefficients(r) were over 0.8. It is possible from

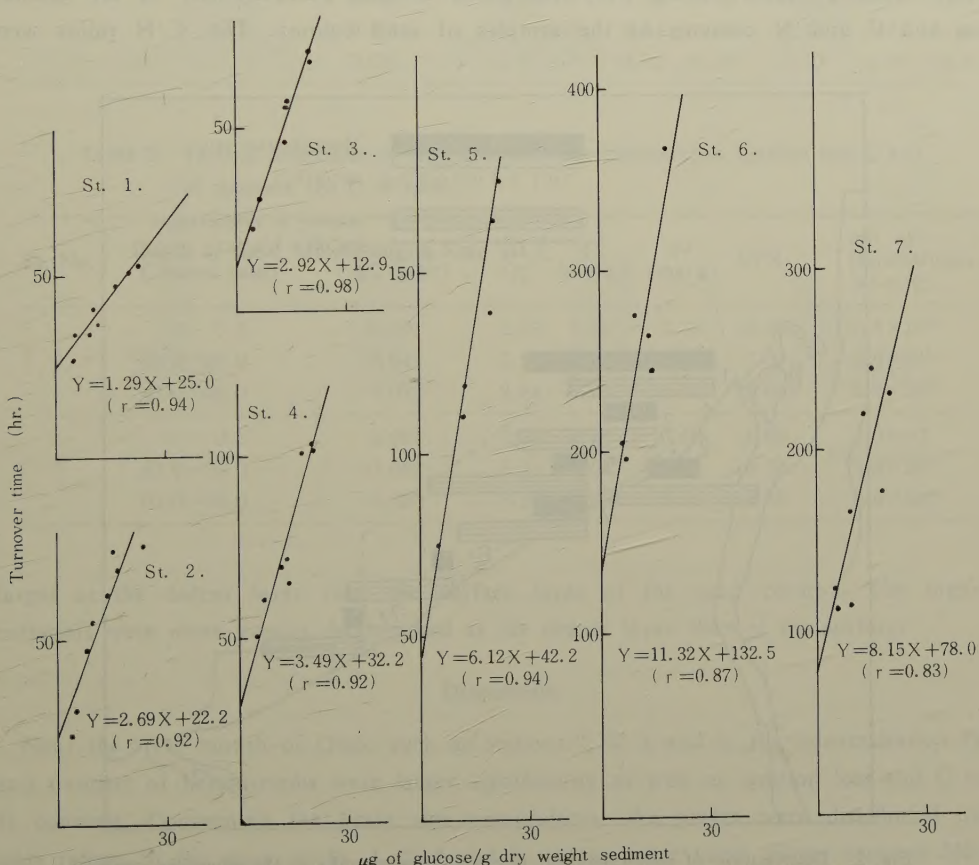


Fig. 1. Kinetics plot of mineralization of labeled glucose.

this figure that the maximal mineralization rates (V_{max}) are determined.

Number of aerobic heterotrophs and mineralization rate

These results are shown in Fig. 2 and Table 1. The mineralization rate and the number of aerobic heterotrophs were larger at the stations near the mouth of the Ohno River, where the ignition loss and the carbon and nitrogen contents were larger than those of the southeastern parts of this intertidal zone. It is apparent that the number of aerobic heterotrophs was larger in summer than in spring. The mineralization rate was also slightly higher in summer than in spring.

The mineralization rates fell between 0.049 and 0.488 μgC/g. dry sand/hr, and these values were lower than those of the bottom sediment.

Vertical distribution of mineralization rate, number aerobic heterotrophs, ignition loss, carbon and nitrogen contents and C/N ratio

From the data sumarized in Table 2, it is obvious that the mineralization rate and number of aerobic heterotrophs gradually decreased accoding to the sand column depths with becoming deeper. There were not found obvious characteristics in the ignition loss and C and N contents of the samples of sand column. The C/N ratios were

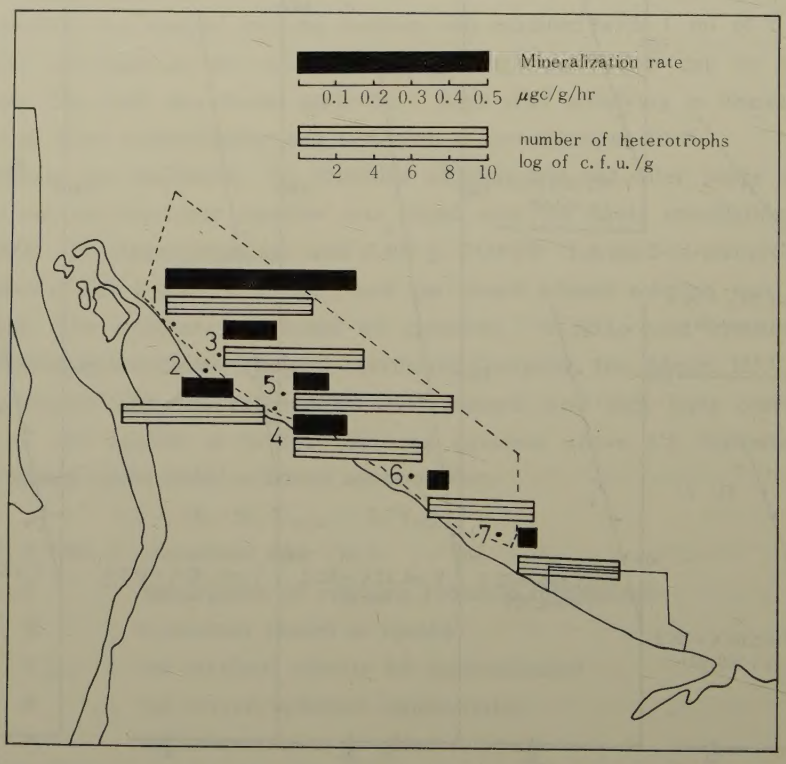


Fig. 2. Distribution of mineralization rate and heterotrophs at the intertidal zone of Beppu Bay.

Table 1. Seasonal differences of mineralization rate, heterotrophs, ignition loss, C and N contents, C/N ratio and sand temperature.

Date	St. No.	Mineralization Rate (μgC/g/hr)	No. of Heterotrophs (c.f.u./g)	IL (%)	C (mg/g)	N (mg/g)	C/N	Sand temp. (°C)
16th, Mar., 1979.	1	0. 310	1.0×10^{6}	1. 83	1. 59	0. 20	7. 95	15. 5
	2	0. 149	3.4×10^{6}	3. 59	7. 57	0. 67	11. 30	14. 2
	3	0. 137	4.4×10^{6}	2. 59	3. 26	0. 33	9. 88	16. 2
	4	0. 115	2.5×10^{6}	2. 54	2. 38	0. 29	8. 21	16. 5
	5	0. 065	1.5×10^{6}	1. 81	0. 88	0. 14	6. 29	14. 6
	6	0. 035	1.3×10^{5}	2. 37	1. 23	0. 14	8. 79	18. 0
	7	0. 049	7.3×10^{5}	2. 26	1. 09	0. 12	9. 08	16. 8
7th, Aug., 1979.	1	0. 488	6.5×10^{7}	4. 72	9. 83	0. 81	12. 14	31. 8
	2	0. 126	3.5×10^{7}	3. 28	6. 00	0. 59	10. 17	34. 5
	3	0. 135	2.8×10^{7}	3. 34	3. 38	0. 40	8. 45	31. 2
	4	0. 144	1.7×10^{7}	2. 52	2. 65	0. 27	9. 81	31. 8
	5	0. 091	1.8×10^{8}	2. 36	1. 96	0. 29	6. 76	33. 4
	6	0. 051	3.0×10^{5}	2. 54	1. 40	0. 17	8. 24	31. 0
	7	0. 051	2.0×10^{5}	2. 02	0. 86	0. 10	8. 60	33. 8

Table 2. Vertical differences of mineralization rate, heterotrophs, ignition loss, C and N contents and C/N ratio.

St. No.	Depth of Sand Column (cm)	Mineralization Rate (μgC/g/hr)	IL (%)	C (mg/g)	N (mg/g)	C/N	No. of Heterotrophs (c.f.u./g)
5	0 — 0. 5	0. 091	2. 36	1. 96	0. 29	6. 76	1.8×10^{8}
	15. 0—18. 0	0. 042	2. 21	1. 33	0. 19	7. 00	1.5×10^{4}
	40. 0—42. 0	0. 012	2. 84	3. 23	0. 22	14. 68	3.2×10^{5}
7	0 — 0. 5	0. 051	2. 02	0. 86	0. 10	8. 60	2.0×10^{5}
	20. 0—25. 0	0. 066	2. 15	1. 05	0. 10	10. 50	4.4×10^{4}
	60. 0—65. 0	0. 020	2. 23	1. 56	0. 11	14. 18	9.6×10^{3}

larger at the deeper layer than the surface layer of the sand column. The organic materials were more greatly decomposed at the deeper layer than at the surface.

Discussion

Near the river mouth of Ohno such as stations 1, 2, 3 and 4, the mineralization rate and number of heterotrophs were larger significantly as well as ignition loss and C and N contents. Concerning the grain size composition, the grains were distributed over wide ranges of the sieves at St. 1, 2, 3 and 4, on the other hand, grains between 250 μ and 500 μ were predominant at St. 5, and grains between 125 μ and 500 μ were

predominant at St. 6 and 7. It is supposed that the smaller grain adsorbs large amount of organic materials. The organic debris is also accumulated to the region where the small grain (smaller than 63 μ) is found. Therefore the content of organic materials used by heterotrophs is greater at these stations (St. 1, 2, 3 and 4) than at other stations (St. 5. 6 and 7). As known that bacteria usually adhere to the surface of small particles,[6] it is also supposed that the number of heterotrophs is greater at the area where the small grain (smaller than 63 μ) is found. Hence, the number of heterotrophs is large at the area where the content of organic materials is large, and the mineralization rate is also high as the result of the large biomass of heterotrophs.

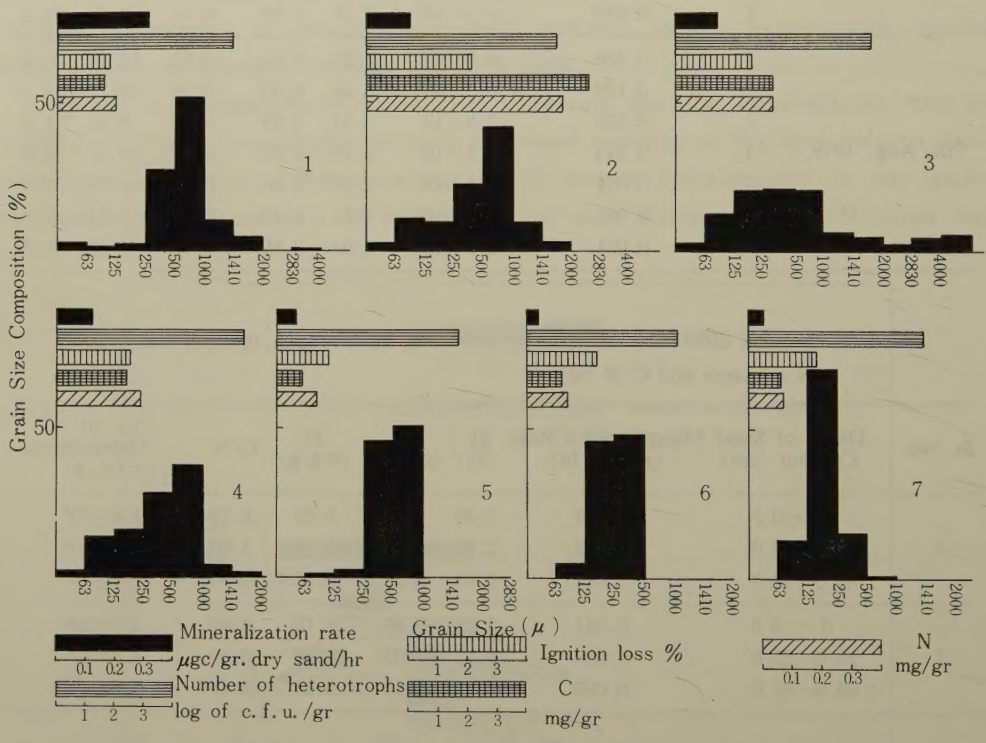


Fig. 3. The relation between grain size composition and mineralization rate, ignition loss, heterotrophs, C and N contents.

Judging from the vertical distribution of C/N ratio in the sand column, it is considered that the sand of this intertidal zone is not disturbed by the wave movement and sedimented chronologically. Because it is generally known that the mineralization of nitrogen compounds is superior to that of carbon compounds, and C/N ratios become gradually large according to the layers of sand column become deeper. According to K. HAYASHI,[7][8] it is recognized at a sandy beach that the number of aerobic heterotrophs and bacterial activities (activity of phosphatase, dehydrogenase and nitrification) are larger at

the surface than at the bottom layer of the sand column. As the same results are obtained in the present study, it is considered that the surface layer of sand column is most important for the microbial processes.

The mineralization rate of organic solute at the foreshore was compared with that at sea water and the bottom sediments (Table 3). Although the bottom sediment was superior in the mineralization rate comparing to the other two areas, the foreshore mineralized about five hundred times as much organic solute as sea water did. Since the mineralization rate is remarkably decreased according to the sediment column depths with becoming deeper, that is, the mineralization rate at 10 cm deep is a eighteenth part at the surface of the sediment column,[9] it is supposed that the mineralization of organic solute is almost carried out at the surface of the sediment. On the other hand, since the mineralization rate is gradually decreased according to the sand column depths with becoming deeper and the interstitial water flow easily in the sand than in the sediment, it is supposed that the deeper layers of the sand column contribute to the mineralization of organic solute. Although the mineralization rate is lower at the foreshore than at the bottom sediment, the layer concerning with the mineralization of organic solutes is thicker at the foreshore than at the bottom sediment. Therefore, it is reasonable to consider that the intertidal zone plays an important part in the metabolisms at coastal waters. Further studies related to the intertidal zone should be carried out in detail.

Table 3. Comparison of mineralization rate of sea water, bottom sediments and sand at the foreshore.

Location	Mineralization Rate	Ratio of Mineralization Rate
Sea Water*	5.66^{+}	1
Bottom*	6651.43^{++}	1175
Foreshore**	2952.00^{++}	522

* estimated in Jan., 1979.
** estimated in Mar., 1979.
$^{+}$ μgC/l/day
$^{++}$ μgC/Kg/day

Acknowledgement

Grateful acknowledgement is made to Dr. Akio MURAKAMI, Red Tide Research Division of Nansei Regional Fisheries Research Laboratory, for his encouragement to prepare the manuscript and critical reading of this manuscriat. We would like to thank Mr. Tadashi MIYAZAWA, Mr. Noriuki SATO and Mr. Kazutomo ABE, Ohita Prefectural Fisheries Research Station, for their help to obtaine the sand samples.

Refferences

1) Norin Suisan Gizitsu Kaigi, 1979: Senkaiiki niokeru Zoyoshokugyozyo no Kaihatsu nikansuru Sogokenkyu (Studies on the developmentof coastal aquaculture grounds). (in Japanese)

2) Harrison. M.J., R.T. Wright, & R.Y. Morita, 1971: Method of measuring mineralization in lake sediments. Applied Microbiology, 21, 698-702.

3) Wright, R.T., 1973: Some difficulties in using ^{14}C-organic solute to measure heterotrophic bacterial activity. Estuarine Microbial Ecology (ed by H.L. Stevenson & R.R. Colwell), University of South Carolina Press, 199-217.

4) Yamada, H., A. Murakami, & M. Kayama, 1979: Mineralization of organic substances in sea water, Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 45, 1299-1305.

5) Tsukidate, J., 1977: Microbiological studies of porphyra plants-VI An investigation of bacteria-free culture of porphyra with a shaking apparatus, Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab., 10, 113-121

6) Hattori, T., 1978: Biseibutsu Seitai Nyumon (Introduction to Microbial Ecology), University of Tokyo Press, xi + 137 (in Japanese)

7) Hayashi, K., 1979: On the purification at the sandy beach and the foreshore. Symposium on the some problems of the purification of marine environment held by Japanese Society of Scientific Fisheries.

8) Hayashi, K., 1978: On the hydrogenase activity of the sand at beach and bottom sediments. Abstract of Japanese Society of Scientific Fisheries held at Shimizu.

9) Yamada, H. & A. Murakami, 1979: On the mineralization rate of organic materials at the bottom sediments. Abstract of Japanese Society of Scientific Fisheries held at Hakodate.

干潟域における有機物の無機化について

山田　久・鹿山　光

別府湾南岸の干潟で，グルコースをモデル基質として用い，M.J. Harrison 等の方法により無機化速度を測定し次の結果を得た。

1) 無機化速度は63μ 以下の微細砂粒子が存在し，IL 及びC，N量，従属栄養細菌数が大きい，大野川河口域で高い。

2) 無機化速度，従属栄養細菌数は干潟表面で大きく，深部になるに従って減少する。

3) 海水，干潟，底泥での無機化速度を比較すると，底泥で高く，ついで，干潟，海水の順である。干潟域での無機化速度は海水の500倍であり，沿岸域での物質循環にしめる干潟の役割は大きいものと推察された。

本研究は「埋立の漁業環境への影響に関する調査研究」の一環として行った。

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 9~20 (1980)

マダイの稚仔魚期における二，三の行動

福原　修・岸田　達

Some Observations on the Swimming Behaviour as Related to Feeding in the Red Sea Bream Larvae Reared under Laboratory Conditions

Osamu FUKUHARA and Tatsu KISHIDA

Larvae of red sea bream, *Chrysophrys major*, hatched from eggs were reared under laboratory conditions and their swimming and feeding behaviours were observed. Marine rotifer (*Brachionus plicatilis*), copepod (*Tigriopus japonicus*) and chopped meat of shellfish were employed in succession as food stuffs for the larvae and juveniles.

Pantagraph was used to record the swimming passes of the larvae in the rearing aquaria, and the swimming speeds were calculated from the travelled distances and the required time.

The active swimming of the larvae was observed to begin at the stage of oil globule absorption. An active feeding also began at the same phase.

The swimming speed of the larvae was dependent mainly upon the age of larvae and the feeding conditions. Up to 20 days after hatching, swimming speed of about 50 cm/min. was recorded after feeding as well as before feeding. While, after 20 days old after hatching coinciding to the transition from post-larva to juvenile, the swimming speed and its difference in relation to the feeding condition increased remarkably.

Consequently, it was considered that swimming behaviours was largely influenced by the abundance of available food and age of larva.

魚類の生活史の初期段階，稚仔魚期の減耗は漁業資源への加入量に影響を及ぼす問題として古くから注目され研究がなされてきた（HJORT,[1] SETTE[2]）。これまでの研究の多くは，仔魚の栄養の依存形態のちがい（内部依存から外部への変化）と減耗（TOETZ[3], LASKER et al[4], JONES[5], BLAXTER and EHRLICH[6]），餌料の多寡と減耗の機構（ROSENTHAL and HEMPEL[7], MAY[8], WYATT[9]）およびその他の減耗要因（BLAXTER and HEMPEL[10]）との関連などについてなされてきた。

一方，飼育技術の向上に伴って天然における減耗現象の解明に人為的な飼育条件下における観察が有効な手段として用いられるようになった。しかしながらマダイの幼期における行動はほとんど明らかにされておらず，わずかに山下[11]が仔魚期の水槽内における観察結果を報告しているに過ぎない。

近年盛んに行われている海産魚，特にマダイの栽培事業においても幼期の減耗や生態の解明が急務とされている。今回マダイ稚仔魚期における行動生態や摂餌生態などに関する基礎的知見を得るため発育に伴う行動変化，特に游泳および摂餌行動との関連について観察を行い若干の知見を得たので報告する。

1979年10月16日受理，南西海区水産研究所業績　第89号

稿を草するにあたり本研究の機会を与えられ種々のご支援をいただいた増殖部長斉藤雄之助博士，適切な助言とご校閲をいただいた内海資源部長倉田博博士ならびに野上和彦研究室長に心から感謝いたします。実験材料については広島県水産試験場伏見徹生産部長に心よく提供いただいた。また，西ドイツヘリゴランド生物研究所 Harald Rosenthal 博士には実験方法等について有益な助言をいただいた記して謝意を表する。

材料および方法

1. 卵および仔魚の飼育

卵は広島県水産試験場の海面生簀に収容した親魚が1978年5月25日と1979年5月17日に自然産卵したものである。これらの自然産出卵を自動車で南西海区水産研究所（佐伯郡大野町丸石）に搬入し，ふ化まで容量1.0 m^3の流水式水槽内に設置したネット内で飼育した。ふ化した仔魚は，角型水槽（85×150×60cm）に収容し飼育を行いながらそれぞれの観察実験に供した。ふ化当日から，ふ化後22日までは止水飼育とし以後流水式飼育に切り換えた。また，飼育期間中水槽への通気は常時行い，人工照明は用いず，自然光のみとした。飼育に用いた海水は研究所沖から汲み上げ砂沪過したもので塩分，水温の調整は特に行わなかった。

飼育に用いた生物餌料はシオミズツボワムシ（*Brachionus plicatilis*），シオダマリミジンコ（*Tigriopus japonicus*），アルテミア（*Artemia salina*）などで給餌の切り換え時期には重複投与した。魚貝肉を摂取するようになってからはアサリ，ムラサキイガイ，カキ等の肉を与えた。貝肉を与える時は，肉片を摂餌し易いように浮上させるため通気をやや強く行った。給餌回数はふ化後18日までは1日1回，それ以後は原則として2回とした。

2. 仔魚の休止と動き時間の観察

ふ化仔魚の成長に伴う“動き”，“游泳”の始まりと摂餌との関連を知るため休止と動いている時間の変化について観察した。

仔魚がふ化してから正位姿勢で游泳するまでの経過は，山下[11]，福原[12]らが記載しているがここでは，仔魚がふ化から油球を吸収する時期までの懸垂状態での断続的な泳ぎと区別するため“動き”という表現を用い，それ以後の泳ぎを“游泳”とした。

観察は飼育水槽内の個体を任意に1尾選び，肉眼でみながら1分間における動き時間をストップウォッチ（セイコーデジタル 873ＳＴ）で計測した。こうした計測観察を1日10尾について実施した。観察は原則として午前9時から10時の間に行い，10尾の行動を記録するのに要した時間は約20分である。1978年はふ化当日から16日目までの仔魚について常温下（18.6～22.1℃）における給餌前と給餌後の動き時間について観察した。1979年はふ化当日から9日目までの仔魚について常温下（15.4～19.8℃）の飼育水槽と恒温（17.0℃）にした実験水槽（30ℓ容量，円形水槽）における動き時間の変化と恒温条件下における給餌と無給餌による観察も行った。なお，両年とも観察中は水槽内の水が余り動かないようにするため事前に通気を止めた。

3. 稚仔魚の游泳速度

すでに游泳摂餌期に達した仔魚について通常の飼育条件下において成長に伴う游泳速度の変化と給餌の影響，主として餌料密度との関連を知るため，Fig. 1 に示すような装置を作り，稚仔魚の動きと游泳の速さを観察記録した。すなわち，図に示してある2枚の板ガラスの上にとりつけた拡大器（パンタグラフ）の穴（穴の直径は上面から覗いた時に稚仔魚が視野一杯になる程度の大きさ）から垂直に水槽を見おろし任意の個体を選んで動いたあるいは游泳した行跡を記録紙上に描いた。観察は10尾について給餌前（原則として午前9:00～9:30）と給餌後（給餌後30分から1時間以内）の2回について行い，観察中は水槽内の水の動きが供試魚の游泳行動に影響を及ぼすと考えられたので，事前に通気を止めた。10尾を観察するのに20～30分を要した。供試魚の游泳速度は成長につれて次第に速くなるため，ふ化後21日までは行跡の観察時間は30秒間としたが，それ以後は観察時間が同装置で10秒以上であったものを追跡記録として用いた。そしてそれぞれ

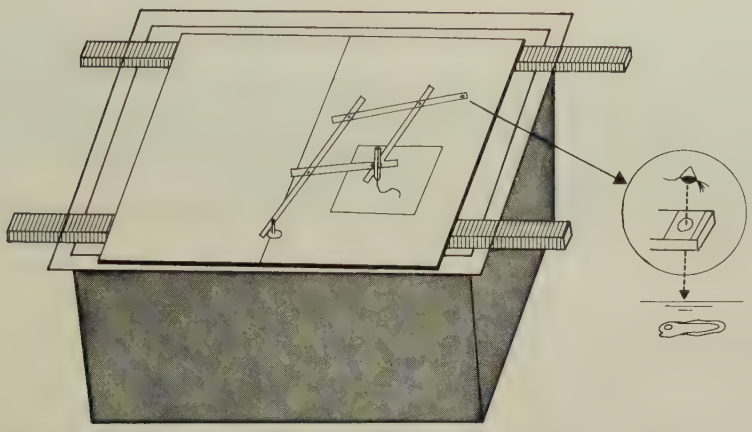


Fig. 1 *Chrysophrys major*. Diagramatic drawing of a device for the observation of swimming speed of the larvae. Pantagraph was set on two plate glasses.

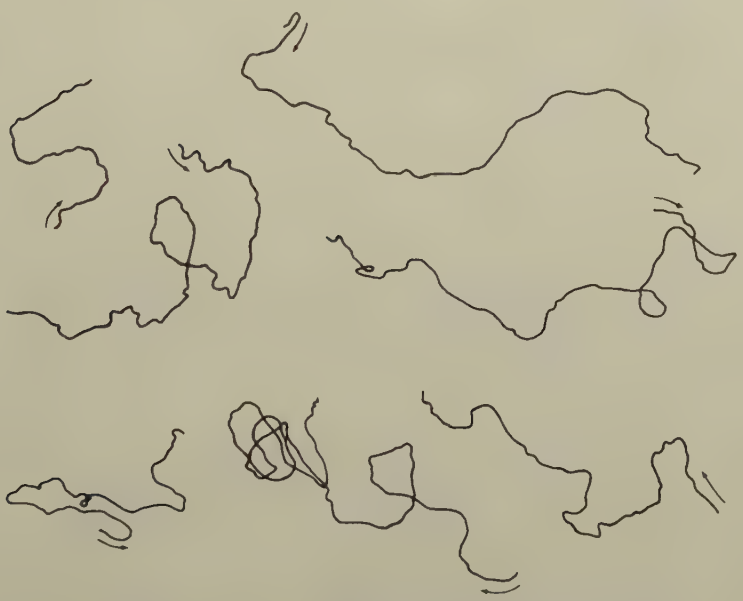


Fig. 2 *Chrysophrys major*. Examples of record of the observed swimming path of the larvae. Distances of movement were measured by mean of a curvimeter. Arrows indicate the direction of swimming.

の記録について単位時間あたりの游泳速度を算出した。また，実験魚の游泳範囲によって記録紙上の描写倍率（2～1/5倍）も適宜かえた。記録した行跡（Fig. 2）はキルビメーター（距離計）を用いて長さを測定した。

供試魚は前述したように任意の個体を選んだが，観察装置の機能からして水槽内全体の稚仔魚を対象にしたのでなく，自ずと装置の設置個所周辺の個体が中心となっていることは否めない。

結　　果

採集した卵は産卵から2日目（1978年，平均ふ化水温18.6℃）あるいは3日目（1979年，同16.5℃）にふ化した。ふ化仔魚は卵黄を有し，口は未だ開いていない。ふ化後3～4日目に卵黄を完全に吸収した。投与餌料の密度は，シオミズツボワムシについては給餌直後で5～10個体／mℓであった。シオダマリミジンコは水槽壁に密集し正確な計数が困難なため密度の計算は行わなかった。

飼育中の稚仔魚の成長を知るため観察水槽より3～4日おきに約20尾を採取し体長測定した結果を Fig.

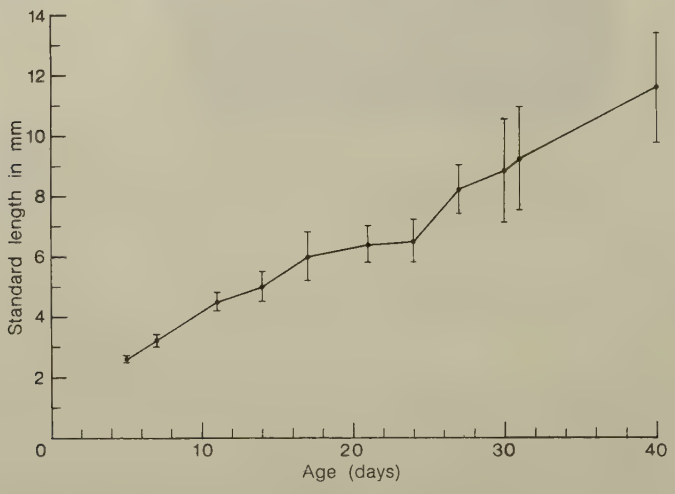


Fig. 3 *Chrysophrys major*. Growth of the larvae reared in the laboratory. Each point shows an average length of 20 measurements and vertical lines indicate standard deviation. Water temperature ranged from 18.6-24.2°C with an average of 21.6°C.

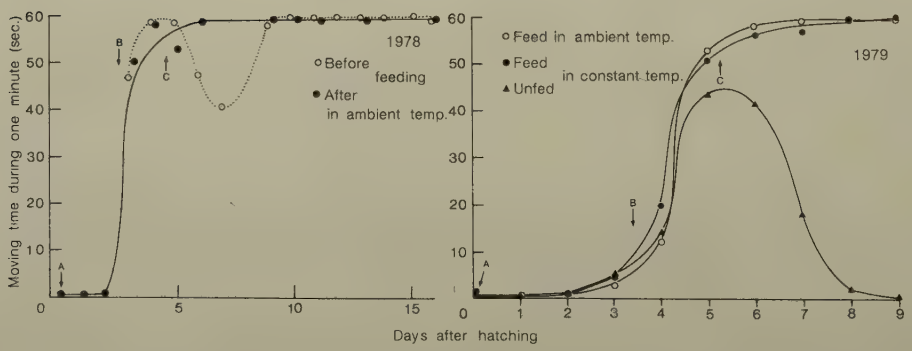


Fig. 4 *Chrysophrys major*. Increase after hatching in the moving time during each one minute observation. Ambient water temperature averaged at 23.8°C (range; 18.6-22.1°C) in 1978 and at 18.4°C (range; 15.4-19.8°C) in 1979. The constant temperatures was regulated at 17.0 ± 0.5°C. A, hatching; B, yolk absorption; C, oil globule absorption.

3（1978）に示した。期間は5月27日から7月6日までで，水温は平均21.6℃（18.6～24.2℃）であった。

1. 仔魚の休止と動き時間の変化

ふ化当日の仔魚は水槽内上層に静止し動きはほとんど認められない。時間の経過と共に時折，垂直あるいは水平運動を示すようになるが休止している時間が非常に長い。Fig. 4 に '78年と '79年にふ化当日から1～2週間前後までの1分間における動き時間の変化を示した。'78年は常温下（平均水温23.8℃）でふ化後3日目から摂餌が認められたので給餌の前後について，また '79年は常温水槽（平均水温18.4℃）と30ℓ恒

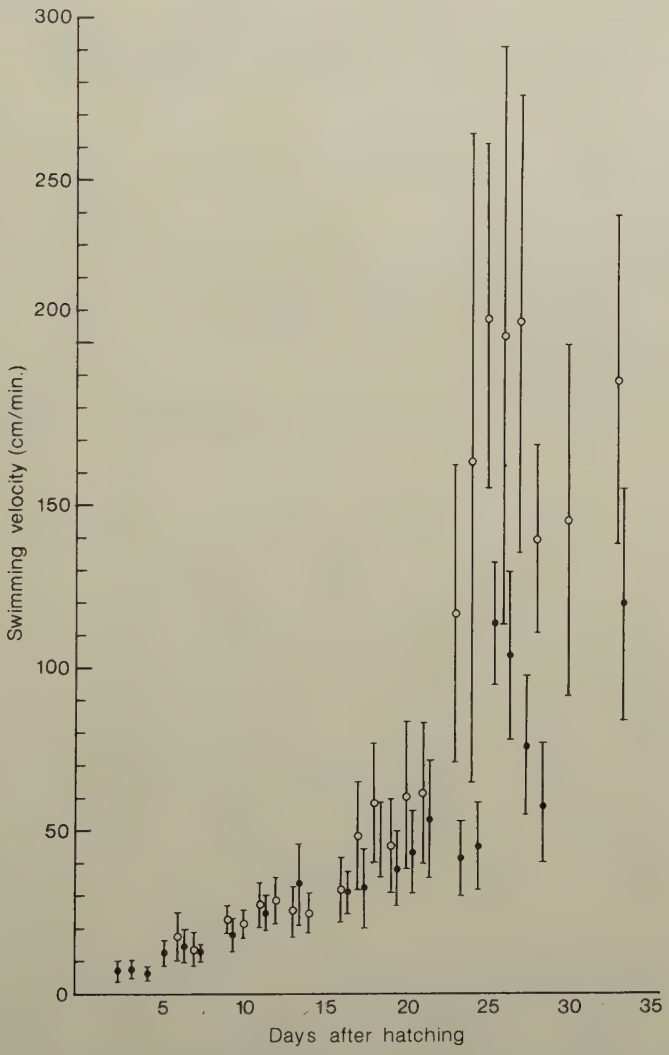


Fig. 5 *Chrysophrys major*. Increase in the swimming speed with growth of the larvae before (open circles) and after (closed circles) feeding. Each point and vertical lines show the mean of 10 measurements and the standard deviation respectively.

温水槽（浴槽式，17.0±0.5℃）における動き時間について観察した結果を示してある。図から明らかなように仔魚の動きは卵黄吸収当日から急激に始まり，翌日には観察時間である1分間の約80～90%は動いている。さらに油球が吸収される日にはほとんどの個体は水槽内を活発に游泳するようになり，それ以後は休止することはない。'78年における結果で給餌前の仔魚がふ化後5～8日にかけて一時動き時間が減少する傾向を示しているが，給餌後については特に大きな変化は見られない。また，'79年に行った恒温条件下での給餌区，無給餌区での動き時間の変化をみると，給餌区は常温下での飼育魚とほぼ同様の傾向をたどっているが，無給餌区においてはふ化後5日目頃から他の実験区との時間差が現われ始め，この期をピークにして以後漸次減少の一途をたどる。そしてふ化後8日目にはほとんど動かなくなり，9日目には死に至る。

ふ化後2日目頃の仔魚における動き時間の全観察時間（60秒）に対する比率は1%未満であるが，1分間に1～3回程度1秒にも満たない短時間ながら突発的に動く個体が全観察尾数の約65%認められた。このような動作は anchovy でも認められ，呼吸機能をもつのではないかと考えられている（Hunter[13]）。

2. 稚仔魚の成長と游泳速度

観察はふ化仔魚が動き始めた2日目から稚魚期に至る33日目まで行った。それ以後はほとんどの個体が底生に移り供試することができなかった。結果を Fig. 5 に示した。ここでいう游泳速度には前述した動きの行動も速度として測定してある。ふ化後20日頃までは成長に伴う游泳速度の増加はゆるやかでかつ給餌前後における游泳速度の差は余り認められず，給餌後の游泳速度は給餌前の72%以下になることはなかった。しかしながら，この時期を経過すると游泳速度，特に給餌前の速度は約50cm/minから100～200cm/minと著しく増加する。一方，給餌後の游泳速度は成長と共に増加の傾向がみられるが給餌前の速度の増加ほど著しくなく，給餌後の速度は給餌前の約50%程度を示している。

このことは稚仔魚が摂餌後の時間経過すなわち摂取餌料の消化吸収が進むことと，後述のごとく餌料密

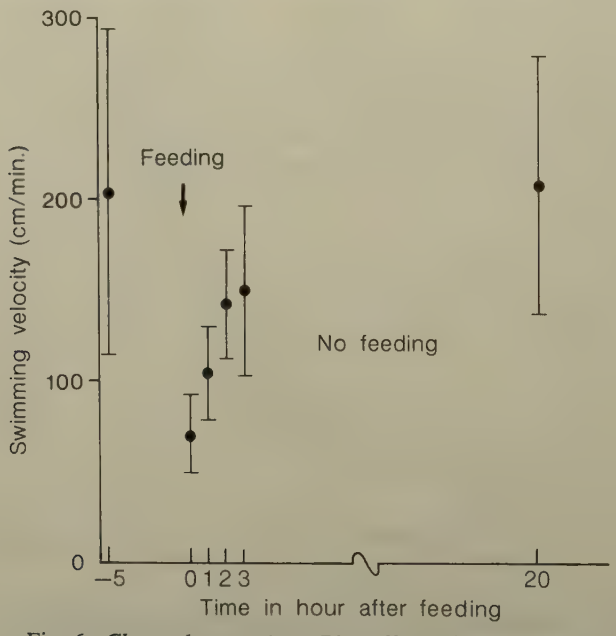


Fig. 6 *Chrysophrys major*. The effect of time elapsed after previous feeding on swimming speed of the 22 to 23 days old larvae, showing a tentative decrease and subsequent recovery after feeding.

度の変化が影響して游泳速度を増していると判断できる。そしてこの傾向は日令が多い程顕著であるといえる。

3. 摂餌状態と游泳速度

給餌後の時間経過に伴う游泳速度の変化を知るためにシオミズツボワムシ給餌約5時間前と給餌後3時間までの游泳速度の時間的変化を1時間毎にとり観察した結果を Fig. 6 に示した。給餌5時間前は平均200 cm/min 前後の速度であるが、給餌直後は平均65cm/min に減少し1時間後にはすでに150cm/min と時間経過に伴なって増加する。そして20時間後には再び給餌前と同様の速度になった。1979年に同様の実験を日令の異なる稚仔魚で行った結果を示したのが Table 1 である。実験は同一水槽内の稚仔魚（推定尾数2,700～3,000尾/トン）について観察した。使用した餌料は11日目，20日目の観察時はシオミズツボワムシ，31日目はアルテミアである。いずれの実験においても給餌前の游泳速度が速く，給餌によって速度は減少傾向を示す。そして時間経過と共に再び速度の増加がみられる。こうした傾向は稚仔魚が大きくなるほど著しくなる。

これらのことから明らかなように給餌後の時間経過すなわち餌料生物の消化吸収は稚仔魚の游泳速度と密接な関係を有することを表わしている。

Table 1. Changes of swimming velocity in relation to feeding at various ages of larvae.

Age in days	Date	Time	Swimming velocity (cm/min)		S. D.	Food density (individual/ml)	Food organism
11—12	29 May	14:10	25.87		7.89	5.0	*B. plicatilis*
	30 May	10:40	28.08		9.59	5.0	
		11:00		*feeding*			
		11:20	22.76		10.07	13.7	
		14:20	26.76		11.43	11.3	
		17:10	31.31		12.36	11.0	
19—20	6 June	10:00	46.73		16.37	0.6	*B. plicatilis*
		10:40		*feeding*			
		11:00	25.25		12.34	13.7	
		16:00	33.53		17.31	7.0	
	7 June	9:30	29.12		15.56	5.3	
		11:30	43.77		20.43	2.0	
		13:30	50.76		25.05	0.8	
		15:40	55.96		15.55	0.4	
31—32	18 June	9:40	154.31		27.04	0	*A. salina*
		10:30		*feeding*			
		10:40	27.40		12.99	3.6	
		13:30	29.88		16.38	1.0	
		16:00	52.62		26.51	0.8	
	19 June	9:30	89.40		36.47	0	

S. D.=Standard deviation

4. 餌料密度と游泳速度

Fig. 7 は Table 1 に示した資料を餌料密度との関連で表わしたものである。ふ化後11～12日目の仔魚は餌料密度が約 5～14個体/ml の範囲では游泳速度はほとんど変らない。同じく19～21日目の仔魚については餌料密度が低いほど（0～3個体/ml），游泳速度が速くなる傾向が認められ 5 個体/ml 以上の餌料密度になると前期の仔魚と同様にほとんど差がない。また，31～32日目の稚魚においては餌料生物が0に近くなると游泳速度が著しく増すことが観察される。'78年の実験（Fig. 5）においてもふ化後10日頃は給餌前後の游泳速度の差はほとんどみられないが20日前後になると次第に給餌前後の影響が現われ，25～30日頃に最も游泳速度差が現われる。このことは摂食した餌料の消化吸収の程度も関係するが，餌料密度の差が游泳速度に影

響を及ぼしていることを示している。

両年の結果から稚仔魚の游泳速度は餌料の多寡により大きく影響される。そしてそれは日令にして20日頃から次第に影響が現われ，30日前後に最も著しくなっているといえる。

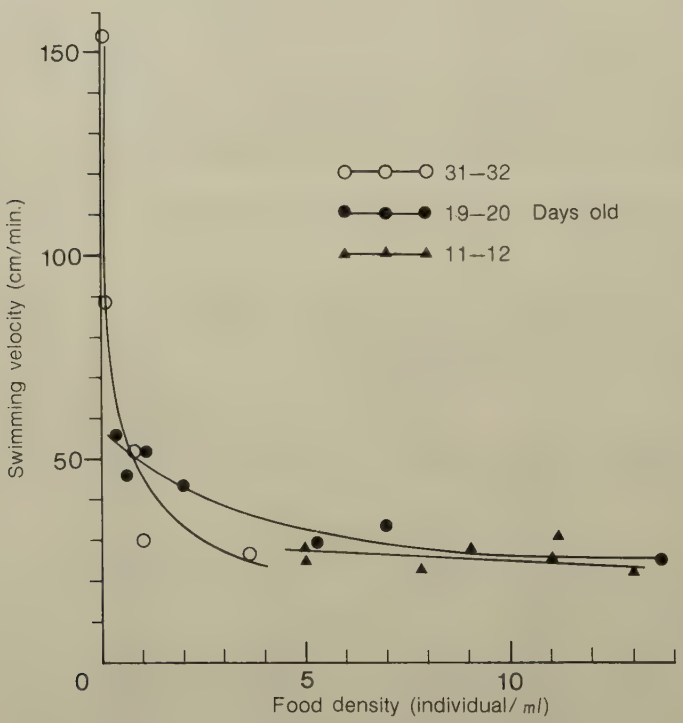


Fig. 7 *Chrysophrys major*. Changes in the swimming velocity of the larvae in relation to food density at 11-12 days (triangle), 19-20 days (closed circles) and 31-32 days (open circles) after hatching. Each observation represents an average of 10 measurements.

今回の実験では仔魚は最初主として水槽の表層に分布していたが，ふ化後２週間頃から表中層ばかりでなく，底層に生息する個体も少数ながら観察されるようになった。その後次第に底層に移行する個体が増え，30日前後になると底層にいる個体は，大型で体色はやや赤味帯びてきた。そしてふ化後20日前後から表中層と底層を游泳する稚仔魚の游泳速度に差が認められたため25日から26日にかけて両者を観察したところ Fig. 8 のような結果が得られた。底層以外に分布している個体では，給餌前の游泳速度が平均200cm/minと速いばかりでなくバラツキもきわめて大きく，かつ給餌後との速度の差もかなりある。一方，底層に分布する個体は，速度は遅くバラツキも小さいだけでなく，給餌前後の差があまり認められない。明らかに両者の間に游泳あるいは行動の様式に相違があることを示している。

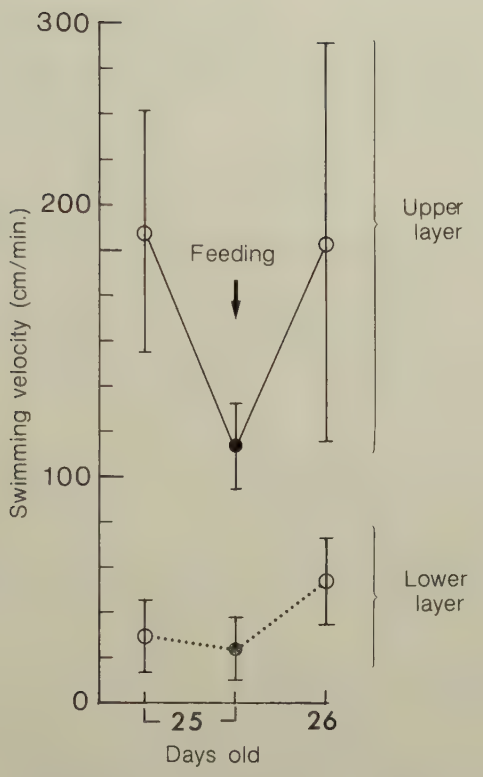


Fig. 8 *Chrysophrys major*. Differences of swimming speed among the larvae staying at the upper (solid line) and the lower (dotted line) layers of the rearing water column. Measurement were taken before (open circles) and after (closed circlea) the feeding. Circles and vertical bars indicate the average of 10 measurements and the standard deviations repectively.

考　　察

今回の実験においては稚仔魚の水平方向の動きのみを追跡したため，鉛直方向に移動した距離に関しては考慮されていない。特に鉛直方向に移動の激しい個体は観察の対象とせず，主に水平方向に移動した個体について観察したが，この場合でもある程度の縦移動は看過されている。これがどの程度の誤差を生ずるかというと，仮に水平に50cm移動する間に鉛直に10cmの移動があったとすれば実動距離は$\sqrt{50^2+10^2}\fallingdotseq 51$cmであるので約2％だけ過少に見積られたことになる。また，游泳方向についてはいずれの大きさの仔魚においても特に定まった傾向は認められなかった。

卵からふ出した仔魚が動き始める要因については主として索餌のためと考えられている。Toetz[3] のいうように endogenous から exogenous に切り換わる時期が仔魚にとって最初の “critical period” であり，この時期にうまく餌にありつけなかった仔魚は死に至るといえる。マダイにおいても卵黄が存在する間は動く時間がきわめて短かく，卵黄が吸収される3日目頃から動く時間の比率が急激に多くなり，4日目，5日目には平均97％以上の時間を動くことに費すようになってくる。こうした経過は Fig. 4 からも明らかなように初期の栄養供給源，卵黄や油球の存在と密接に関係していると考えられる。このことは当然のことながら

体外に栄養を求めて動くという判断が許されよう。卵黄吸収期に索餌行動が盛んになるだけでなく，この時期が高い歩留りを得るためには給餌を遅らせることができる限界であるという飼育実験[14]と一致する点は興味深い。卵黄の有無が行動や生残りを大きく左右していることが伺える。Hunter[13]によると anchovy の仔魚においては卵黄吸収後に游泳が活発になり，泳ぎ回ることにより視界の中に餌を発見し攻撃するとしている。

しかしながら Fig. 4 で示したように，ふ化後5日目から動きに費やす時間が減少傾向を示し10日頃から再び観察時間の60秒の大部分を游泳に費している。このことは餌料が存在しても摂餌がうまく行われていない個体が5日目以降出現することを暗示し，さらにこれらの個体は体内にいくらかの栄養があり，泳ぎ回わっている間に餌料に遭遇しなければ10日頃までにへい死するものと考えられる。

稚仔魚の游泳速度，特に給餌前の速度がふ化後20日すぎに著しく速くなるのは摂食量と游泳能力の変化が関与していることが推測される。20日前後はワムシの推定摂餌量は最大に達する[15]ことから明らかなように成長に伴ってこの時期に摂餌量が増加し，従来より早く餌料密度が低下したこと（15日目頃から給餌前には餌料密度はほとんど0個体／mℓになっていた）と形態的にはこの時期が稚魚への形態的移行が始まり鰭がよく発達し，游泳速度が増したことによる索餌範囲の拡大によって現われた現象と理解される。

餌料密度は Fig. 7 の密度と速度の関係から考えると5個体／mℓ以上の餌料密度では游泳速度も大きく変化していないことから，この時期の稚仔魚を飼育するに際して行動面からみた場合の餌料密度として一つの目安になろう。北島ら[16]は摂餌量の観察から少なくとも3個体／mℓ以上保つ必要があると述べている。

Rosenthal and Hempel[7] や Hunter[13] らによると索餌範囲すなわち游泳力の面から仔魚はふ化後の経過日数が少い程，高い餌料密度を必要とするという。

餌料密度あるいは摂餌後の経過時間と游泳速度の関係については，一般には密度が高い時より低い時が速くなり索餌範囲を拡げると考えられている（Rosenthal and Hempel[7], Wyatt[9], Hunter and Thomas[17]）。本実験でも Fig. 6 や Fig. 7 で明らかなように餌料密度の低下に伴って游泳速度が増加している。すなわち游泳速度の増加で餌生物との遭遇率の低下分を補っていると思われる。

給餌前後の時間によって游泳速度が変化することは，稚仔魚の摂餌状態の変化からみれば空腹の進行と餌料密度の低下という游泳速度に影響を及ぼす二つの要因が相乗的に作用したためと考えられる。従来からの知見では空腹から給餌して約30分経過後にほとんど飽食すると考えられる（北島他[16]）。そして1時間前後たてば再び空腹状態に達する（伏見[18]）ことが想像される。こうした経時的変化が今回の観察のように給餌後の時間経過，餌料密度と游泳速度の関係のように表われるものと思われる。

游泳速度が水槽底部に生息する個体と表中層にいる個体との間で著しく異なるのは諸器官の形態と山下[11]や Yamagishi[19]らの観察からも明らかなように生活様式が従来の段階から次の段階すなわち，浮游性の生物を摂食していた時期から底生生物を摂食するようになり，それと相俟って生息域，行動が変化するようになったことが関与していると考えられる。特に田中[20]の観察からも明らかなように餌料栄養の吸収機能の発達によって摂餌様式が次の段階に達したこともみのがせない要因であろう。plaice においても変態前までは游泳速度が10cm/minから60cm/minまで増加するが変態時には急激に減少する（Blaxter and Staines[21]）。すなわち游泳速度が稚仔魚の生態，行動様式いい換えれば発育段階とも関連があることを示唆している。

稚仔魚の游泳能力を解析する場合，実験条件が作為的になり易いため観察が非常に困難であるが，今回の通常の飼育条件下における観察から考察すれば，成長および発育に伴って游泳に関する器官の機能は高まることは明らかである。しかしながら底生個体では見かけ上は游泳速度は低下するので抗流実験のような人為的条件下での観察も必要となろう。水槽内での游泳速度は秒速でだいたい後期仔魚期は体長の1倍，稚魚期は2～5倍に相当する。この値は plaice, walleye や yellow perch などの観察例（Ryland[22], Houde[23]）と類似した値を示していることから稚仔魚における游泳速度としてそれ程通常の行動から逸脱したものではなかろう。

摘　　要

マダイ稚仔魚の成長に伴う行動の発達，特に游泳に関する発達を知るため通常の飼育条件下における観察を行い次のような結果が得られた。

1）ふ化仔魚は開口するまではほとんど動かないが，卵黄吸収と相俟って急激に動きを開始し，油球吸収期以後は常時游泳する。これらの一連の行動は摂餌生態の変化に伴って起ると考えられる。

2）稚仔魚の游泳速度は成育に伴って増加するが，特にふ化後20日頃から速度が増加し始め，30日頃には給餌前で200cm/min程度の速さになる。こうした機能の発達は稚仔魚の形態変化や生活様式のうつりかわりと関連していると考えられる。

3）餌料密度と摂餌条件（空腹，満腹）は稚仔魚の游泳速度に強く影響し，また餌料密度が低下すると速度は増加する。そしてこの傾向は，一般に発育段階が進む程著しくなる。

文　　献

1）Hjort, J., 1926: Fluctuations in the Year Classes of Important Food Fishes. Jour. Du Cons., **1** (1), 5—38.

2）Sette, O. E., 1948: Biology of the Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) of North America. Part 1: Early Life History, Including Growth, Drift, and Mortality of the Egg and Larval Populations. Fish. Bull., **50** (38), 149—237.

3）Toetz, D. W., 1966: The Change from Endogenous to Exogenous Sources of Energy in Bluegill Sunfish Larvae. Invest. Indiana Lakes & Streams, 7 (4), 115—146.

4）Lasker, R., H. M. Feder, G. H. Theilacker and R. C. May, 1970: Feeding, Growth, and Survival of *Engraulis mordax* Larvae Reared in the Laboratory. Marine Biology, **5** (4), 345—353.

5）Jones, A., 1972: Studies on Egg Development and Larval Rearing of Turbot, *Scophthalmus maximus* L., and Brill, *Scophthalmus rhombus* L., in the Laboratory. J. Mar. Biol. Ass. U. K., **52** (4), 965—986.

6）Blaxter, J. H. S. and K. F. Ehrlich, 1974: Changes in Behaviour during Starvation of Herring and Plaice Larvae. 575—588. In J. H. S. Blaxter (ed.). The Early Life History of Fish. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.

7）Rosenthal, H. and G. Hempel, 1970: Experimental Studies in Feeding and Food Requirements of Herring Larvae (Clupea harengus L.) 344—363. In J. H. Steele (ed.). Marine Food Chains. Univ. Calif. Press, Berkeley.

8）May, R. C., 1971: Effcts of Delayed Initial Feeding on Larvae of the Grunion, *Leuresthes tenuis* (Ayres). Fish. Bull., **69** (2), 411—425.

9）Wyatt, W., 1972: Some Effects of Food Density on the Growth and Behaviour of Plaice Larvae. Marine Biology, **14** (3), 210—216.

10）Blaxter, J. H. S. and G. Hempel, 1963: The Influence of Egg Size on Herring Larvae (*Clupea harengus* L.) Jour. Du Cons., **28**, 211—240.

11）山下金義，1963：マダイ養殖の基礎的研究 1，稚仔の行動について．水産増殖，**11** (4)，189—206.

12）福原修，1976：マダイ稚仔魚の形態学的研究—Ⅰ．鱗の形成について．本誌，(9)，1—11.

13）Hunter, J. R., 1972: Swimming and Feeding Behavior of Larval Anchovy *Engraulis mordax*. Fish. Bull., **70** (3), 821—838.

14) 福原修，1974：初期の飢餓がマダイ仔魚の生残り，成長および発育に及ぼす影響について．本誌，(7)，19—29.

15) 福所邦彦，原修，岩本浩，1977：マダイ仔魚の大量飼育におけるシオミズツボワムシ給餌量と摂餌量．長崎水試研報，(3)，41—48.

16) 北島力，福所邦彦，岩本浩，山本博敬，1976：マダイ稚仔のシオミズツボワムシ摂餌量．同上，(2)，105—112.

17) Hunter, J. R. and G. L. Thomas, 1974: Effcet of Prey Distribution and Density on the Searching and Feeding Behaviour of Larval Anchovy *Engraulis mordax* Girard. 559—574. In J. H. S. Blaxter (ed.). The Early Life History of Fish. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.

18) 伏見徹，1975：4. 餌料，水産学シリーズ 8 稚魚の摂餌と発育．67—83. 日本水産学会編，恒星社厚生閣刊.

19) Yamagishi, H., 1969: Postembryonal Growth and its Variability of the Three Marine Fishes with Special Reference to the Mechanism of Growth Variation in Fishes. Res. Popul. Ecol., **11** (1), 14—33.

20) 田中克，1971：仔魚の消化系の構造と機能に関する研究—Ⅲ．後期仔魚の消化系の発達．魚雑，**18** (4)，164—174.

21) Blaxter, J. H. S. and M. E. Staines, 1971: Food Searching Potential in Marine Fish Larvae. 467—485. In D. J. Crisp (ed.). Fourth European Marine Biology Symposium. Cambridge University Press.

22) Ryland, J. S., 1963: The Swimming Speeds of Plaice Larvae. J. Exp. Biol., 40, 285—299.

23) Houde, E. D., 1969: Sustained Swimming Ability of Larvae of Walleye (*Stizostedion vitreum vitreum*) and Yellow Perch (*Perca flavescens*). J. Fish. Res. Bd. Canada, **26** (6), 1647—1659.

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 21~30 (1980)

人工種苗の形態異常に関する研究—I.
イシダイの脊椎骨および斑紋異常

福原　修・山本賢治*・和泉　渉*
伊藤捷久*

Basic Study on Deformation of Seedling of Marine Fish-I. Abnormalities of Vertebrae and Colour Patterns of the Parrot Fish, *Oplegnathus fasciatus*

Osamu FUKUHARA, Kenji YAMAMOTO*, Wataru IZUMI*
and Katsuhisa ITO*

Recently, skeletal abnormalities have been found in a majority of the artificially reared fish in Japan. These deformed fish are not suitable either as seedlings for commercial farming or release to the ocean for recapture purposes. In this study, detailed observations were made on the morphological deformation of vertebrae and colour pattern in developing juveniles of the parrot fish *Oplegnathus fasciatus* in order to obtain basic information necessary for prevention.

Specimens used were reared during 1978 at the Ehime Prefectural Fisheries Experimental Station. Adults maintained in spawning tanks produced fertile eggs, which hatched into larvae. These were maintained on cultured rotifer, *Artemia* nauplii and minced meat of fish.

Skeletal deformation was inspected through the use of soft X ray and a comparison of meristic characters was also conducted. The 1,716 specimens studied ranged between 10 to 55 mm in standard length.

Results obtained may be summarized as follows:

1. Vertebral deformation was found in about 19% of observed specimens. The main symptoms were lordosis, shortening and curvature, which were concentrated characteristically in the marginal portion between the abdominal and caudal vertebrae and the caudal peduncle.
2. No clear differences between normal and deformed specimens in standard length-body height relation were found. However while the ratio of body height to standard length were mainly 45-50% those fish exhibiting a ratio of more than 50% also had a frequency of greater than 50% deformity.
3. Morphological irregularity of black stripe occurred in 37% of the observed specimens. Abnormalities were concentrated remarkably on the black stripe of the caudal portion.

近年海産魚の人工種苗生産技術が著しく発展し，多くの種苗が増養殖のために利用できるようになった。しかしながら一方では生産された種苗の質的低下あるいは生産が不安定であることなどの問題が残されてい

1979年10月11日受理，南西海区水産研究所業績　第90号
*愛媛県水産試験場（Ehime Prefectural Fisheries Experimental Station）

る。なかでも生産種苗の形態異常は，マダイ，クロダイ，トラフグ，アユなどほとんどの人工種苗にみられる現象で今後最も解決を急がれる問題の一つと考えられる。本種の骨格異常に関する詳細な報告は見られないが，斑紋異常については古くから知られており，内田[1]の天然標本および福所[2]の飼育標本についての記載があり，近縁種イシガキダイとの交雑種の観察例[3]もある。

本研究は海産魚の人工種苗における骨格異常を中心とした形態異常の症例を観察し原因究明のための基礎的知見を得ようとするものである。

稿を草するにあたり実験の機会を与えられた愛媛県水産試験場元場長和田正，津田武男，山城正一の各氏および満田春馬現場長に感謝いたします。また本稿の校閲をいただいた南西海区水産研究所増殖部長斉藤雄之助博士ならびに第2研究室野上和彦室長に深謝する。スクリップス海洋研究所の Ken Sokolski 氏には英文の校閲を，梅沢敏技官には資料の統計的処理について指導いただいた記して謝意を表する。

材料と方法

供試したイシダイは1975～1978年の各年の6月から愛媛県水産試験場において種苗生産過程で適時採取し10%ホルマリンで固定の後，南西海区水産研究所に持ち帰り観察に供した。各年の親魚および飼育条件等については，伊藤[4]および愛媛県水産試験場事業報告と同様である。また観察標本の大きさは標準体長約10～55mmまでである。

観察は，標本をまず斑紋正常個体と異常個体に区分したのち，それぞれについて軟X線写真撮影を行い，フィルムに写った全個体について実体顕微鏡下で標準体長，体高の測定と骨格異常の有無，異常部位および症状などを詳しく観察した。なお測定には副尺付ノギスを用い0.1mmまで計測した。標準体長（以下体長という）はフィルム像で吻端から脊索末端までとした。骨格と斑紋の異常にはその定義や規準が論議となるがここでは骨格は脊柱を構成する椎体の外部形状，斑紋は体側横帯の形状が通常の個体と比較して明らかに異なるものとした。

結果および考察

各年の観察尾数のうち骨格および斑紋に異常の認められた個体は75年が51尾，76年68尾，77年27尾およ

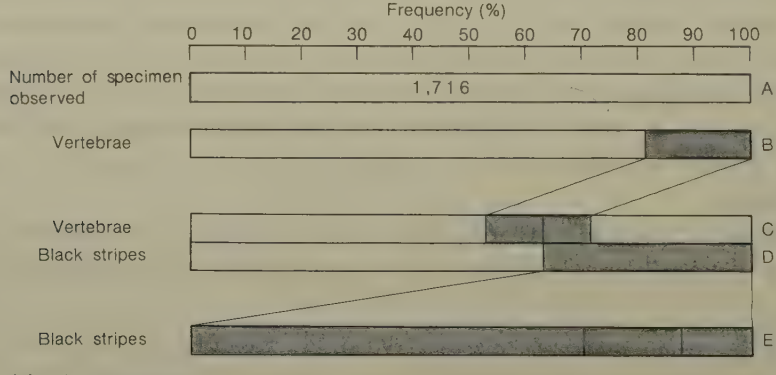


Fig. 1 Percentage of normal (empty bar) and abnormal (black bar) features for the vertebrae (B) and black stripes (D, E). All specimens, 1,716 are shown as 100% (A). Graph C and D indicate a relation between vertebral and stripe observation and E shows the irregurality of stripes of body surface on both sides (left) and one side (right).

び78年が635尾であった．各年の骨格と斑紋異常には類似した点が多いのでここでは観察尾数の最も多かった1978年の観察結果を中心に記述する。

形態異常の概要

Fig. 1 に観察した個体の骨格異常と斑紋異常の出現率について示した。全観察尾数1,716尾(A)に対する割合は，骨格異常が約19%(B)，斑紋異常が37%(D)である。また斑紋異常と骨格異常との関連をみると斑紋は正常で骨格異常のある個体が16.3%，斑紋も骨格も共に異常がある個体が23%認められる。さらに斑紋異常37%，635尾のうち90%の個体は左右両体側に異常が認められ，片体側だけが異常を示したのはわずかに10%であった(E)。

骨格異常

本種の尾部棒状骨を含む脊椎骨総数は25で腹椎は10，尾椎は15とされている（堀田[5]，高橋[6]）。観察尾数は1,716尾の内，骨格に異常の認められた約19%，322尾の個体について実体顕微鏡下で観察した異常椎体の位置を Fig. 2 に示した。異常椎体の総数は1,044で骨格異常個体1尾平均3．2個の椎体に異常があることになる．これは斑紋が正常な個体と異常な個体についてその異常出現部位をみると，前者（Fig. 2，破線表示）は5，10，15番目付近の椎体で異常頻度が高く，しかも頭部に近い程，度合が高い。これに対して後者（Fig. 2，細い実線）は10，19番目の2ケ所において著しく高い率を示している。そして全体の傾向としては太い実線で表示したように腹椎と尾椎の境目の10番目の椎体に8.3%（87椎体）と尾柄に相当する19番目で5.7%（59椎体）の椎体異常が認められる。

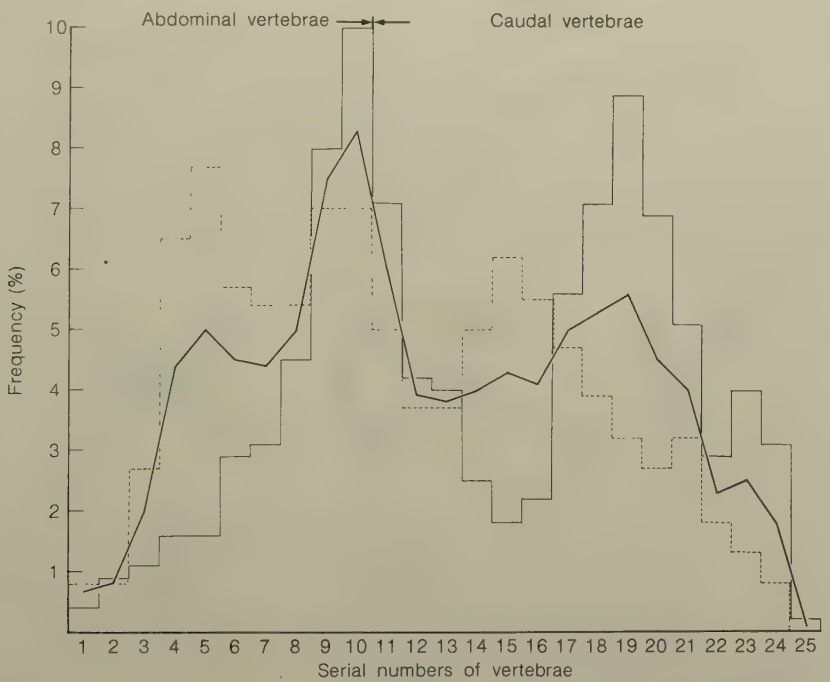


Fig. 2 Position of abnormal centrum of the vertebrae appearing in the specimens with normal (broken) and abnormal (thin solid) stripes. Bold line shows the accumulated frequencies of both abnormalities.

異常椎体の症状は，マダイ稚仔魚の場合（福原[7]，隆島[8]）とほぼ同様で，脊柱異常の典型的な数例を示すと plate 1 のように主に屈曲，前湾，後湾および短小などである。脊柱前湾症は，主として腹椎と尾椎の

境目前後の軀幹後方か尾椎前方に多く，その基点には台形状に著しく変形した椎体が認められる。そして血管棘や神経棘，肋骨などは不整列な状態となる（plate 1, A)。後湾症の出現率は比較的低く，出現部位は主として腹椎中央部である。前湾症と異なり1つの椎体が基点になることは少なく腹椎前方から徐々に湾曲し中央付近がせむし状となる（plate 1, B)。これら前湾，後湾症は共に椎体の長さについては正常椎体とほとんど同じであるが形状が歪んでいる。さらにこれらの症状が合併すると脊柱全体が波状に屈曲し，3～4個所で折れ曲る症状を呈する（plate 1, C)。短小は，今回の観察では約19%，60尾の稚魚に認められその内の約70%は尾椎の前方ないし尾柄付近で出現している。症状は数個の椎体が圧扁され，1つの椎体に数本の棘が結合した様にみえるのが特徴である（plate 1, D, E)。

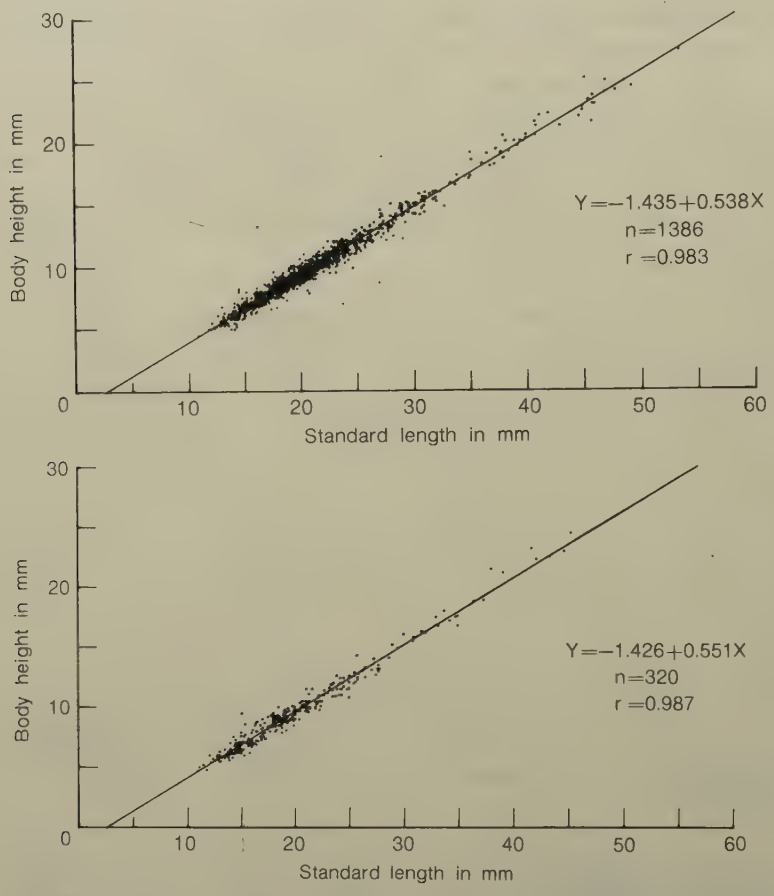


Fig. 3 Relation between standard length and body height for the fish with normal centrum (upper) and that with abnormal one (lower).

しかしながら本種は体長に対する体高比が比較的高い魚種であるため脊柱に軽度の異常があっても外部形態的には目立ちにくい特徴をもっている。椎体異常が外観的にどのように現われるかを知るため骨格正常魚（N＝1,386）と異常魚（N＝320）の体長体高関係をみると，Fig. 3 のように表わされる。すなわち前者は $Y=-1.435+0.538X$ (Y, BH; X, SL)，後者は $Y=-1.426+0.551X$ でそれぞれ表わされ，両者の間

に有意差は認めがたい。また両者について相対比率（BH/SL×100）で表わすといずれも45～50%の範囲にピークが認められるが（Fig. 4），50～55%の範囲で骨格異常魚は22%，正常魚は10%をそれぞれ示す。さらに55%以上は異常魚のみで占められるようになることから相対比率が50%以上を示す場合は骨格に異常を有する可能性が極めて強く，55%以上を示す個体はほぼ骨格異常魚と判断することが許されよう。

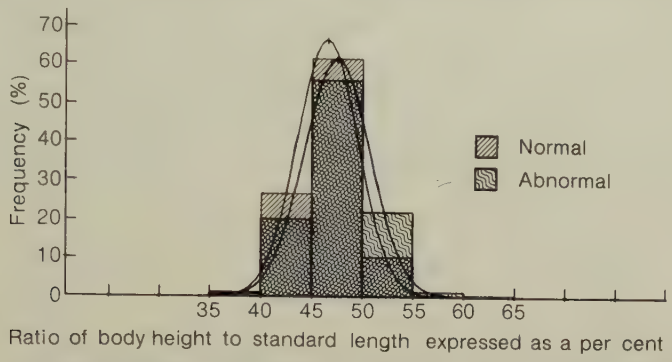


Fig. 4 Ratio of standard length and body height for the fish with and without deformed centrums.

斑紋異常

本種の斑紋の形成異常については，内田が天然標本について第5，6，7横帯間で不規則な連絡があることを報告している。このことについて内田は，第5，6，7横帯は形成時に1斑として現われた後に分離することから不規則な連絡は完全に分離しなかった結果であろうと推測している。また福所は，斑紋異常は親魚が人為環境下で飼育される期間が長い程その割合が高くなる傾向があると指摘している。またその割合が高いことからこの現象は単なる奇形でなく斑紋が本種の形質として固定していないためであろうと推察している。今回の観察では Fig. 1 に示したように観察尾数の37%，635尾に異常が認められ，そしてその内の90%は左右両体側が異常を示している。福所の斑紋異常についての観察でも両体側の平均は34%を示し，

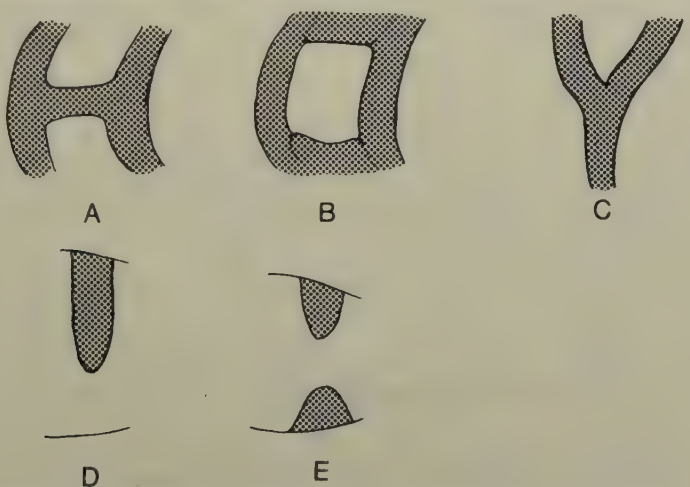


Fig. 5 Diagramatic drawing of typical irreguralities in black stripes. A, B, connected ; C, branched ; D, E, undeveloped. Some evidence is shown in Plate 2 and 3.

今回の例とほぼ同率を示している点は興味深い。斑紋異常の基本型と二，三の症例を Fig. 5 および plate 2, 3 に示した。大別すると連結型（Fig. 5, A, B），分岐型（同，C）および未形成型（同，D，E）の3通りになろう。異常はいずれも斑紋完成時期の体長16～18mm頃から認められた。連結型は，主に尾部における横帯が2本ないし3本にわたってつながる。体側中央（Fig. 5 A）や腹側（同，B）あるいはいずれかの外縁で連結している。尾柄部において最も多く観察される。分岐型は数的には少なく，1本の横帯が背側あるいは腹側に向って二叉している状態である。未形成型は連結型と同様に比較的尾部に多く，斑紋が体側を完全に横断しない場合か，体側中央付近だけ未形成の状態を呈するものである。

前述した内田，福所らの観察結果もこの様に第5，6，7帯に高率で出現し，第1帯から第4帯までは極めてその出現率が低い。今回の観察においても Fig. 6 に示すように斑紋異常を両体側および片体側に認めた例でも第1帯から第4帯までは数％と極めて低いのに対して，第5～7帯はそれぞれ30％以上の高い値を

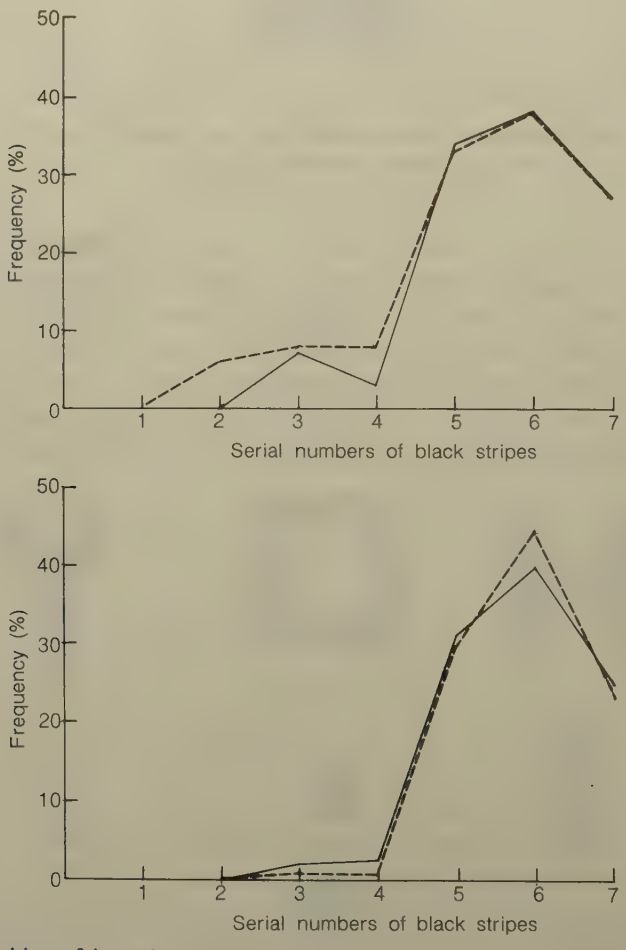


Fig. 6 Position of irregular stripes of the body. Upper indicates specimens showing abnormalities on both sides of the body, while lower represents those with abnormalities on one side only. Broken lines show the right side of the body while the left side is represented by a solid line.

示しているのが目立つ。さらにつけ加えれば，この傾向は左右両体側において同じように認められる。75年から77年における観察個体について第５～７帯の異常出現率をみると左体側が98%，88%，95%そして右体側が99%，88%，97%といずれも78年と同様に高い出現率を示した。

骨格の形態異常については特に著しい例以外は外観上の形状だけでは判断できないためほとんどの場合軟X線撮影像により観察されている。今回観察したように体の相対長の比較によってある程度の規準とすることはできよう。前述したように本種イシダイでは体高比（BH/SL×100）が50%以上は骨格異常の可能性が強く，55%以上はほぼ骨格異常魚と判断できる。本種に限らず人工種苗においては今後いずれの魚種においても出現すると考えられるので各魚種ごとに一定の規準をつくることが必要となろう。

第５～７横帯の完成時期は福所によれば全長約16mmと考えられる。これら３本の横帯の異常と形成時期の関係については飼育過程において特に方法が変わる時期でもなく現段階では直接の因果関係は見い出しにくい。しかしながら福所の例でも今回の75年～78年のいずれの飼育例でも一定してその出現率は高いことから単なる偶然ではなく，同一原因と考えられる。また，天然魚の観察例によると斑紋異常はきわめて稀であることから人為的に保護された条件下だけでみられる特異な現象とも考えられる。

摘　　要

海産魚における人工種苗の形態異常に関する基礎的知見を得るため1976～1978年の各生産時期に飼育したイシダイの幼稚魚のうち78年の標本を中心に骨格，斑紋の異常を観察しつぎの結果を得た。

1）骨格の形態異常は約19%認められ，症状は脊柱前湾症が最も多く，ついで短軀，湾曲，後湾症などであった。

2）椎体の異常部位は，斑紋異常個体と正常個体でやや異なるが，全体の傾向としては腹椎から尾椎への移行部と尾柄部に集中していた。

3）骨格の正常魚と異常魚の間には体長体高の相関に有意差は認められず，外部形態から骨異常の有無を知ることは困難であるが体高比（体高/体長×100）が55%以上は骨格異常の個体だけで占められていた。

4）斑紋の異常は37%認められ，尾部の横帯に特徴的に出現し，その主な症状は横帯の結合，末形成，分岐などであった。

5）斑紋異常と骨格異常の関連は，斑紋は正常で骨格に異常のある個体が16.3%，斑紋も骨格も共に異常がある個体が23%であった。

文　　献

1）内田恵太郎，1926：イシダヒ *Oplegnathus fasciatus*（Temminck & Schlegel）の稚魚に於ける斑紋の形成及び習性に就て．動物学雑誌，**38**(454)，228—237.

2）福所邦彦，1979：イシダイの種苗生産に関する基礎的研究．長崎県水産試験場論文集第６集，ii＋173pp.

3）塩屋照雄・西村和久・吉田勝彦，1973：伊豆大島海域におけるイシダイ属天然交雑魚の記録．魚類学雑誌，**20**(1)，47—49.

4）伊藤捷久，1978：イシダイの自然産卵による採卵と仔魚のふ化について．栽培技研，**7**(1)，５—12.

5）堀田秀之，1961：日本産硬骨魚類の中軸骨骼の比較研究．農林水産技術会議研究成果５，ii＋155pp.，plate LXIX.

6）高橋善弥，1962：瀬戸内海とその隣接海域産硬骨魚類の脊梁構造による種の査定のための研究．内水研報，(8)，1—198.

7）福原修，1977：マダイ稚仔魚にみられた骨異常について．水産増殖，**25**(2)，41—45.

8）隆島史夫，1978：人工採苗マダイの椎骨形成異常について．日水誌，**44**(5)，435—443.

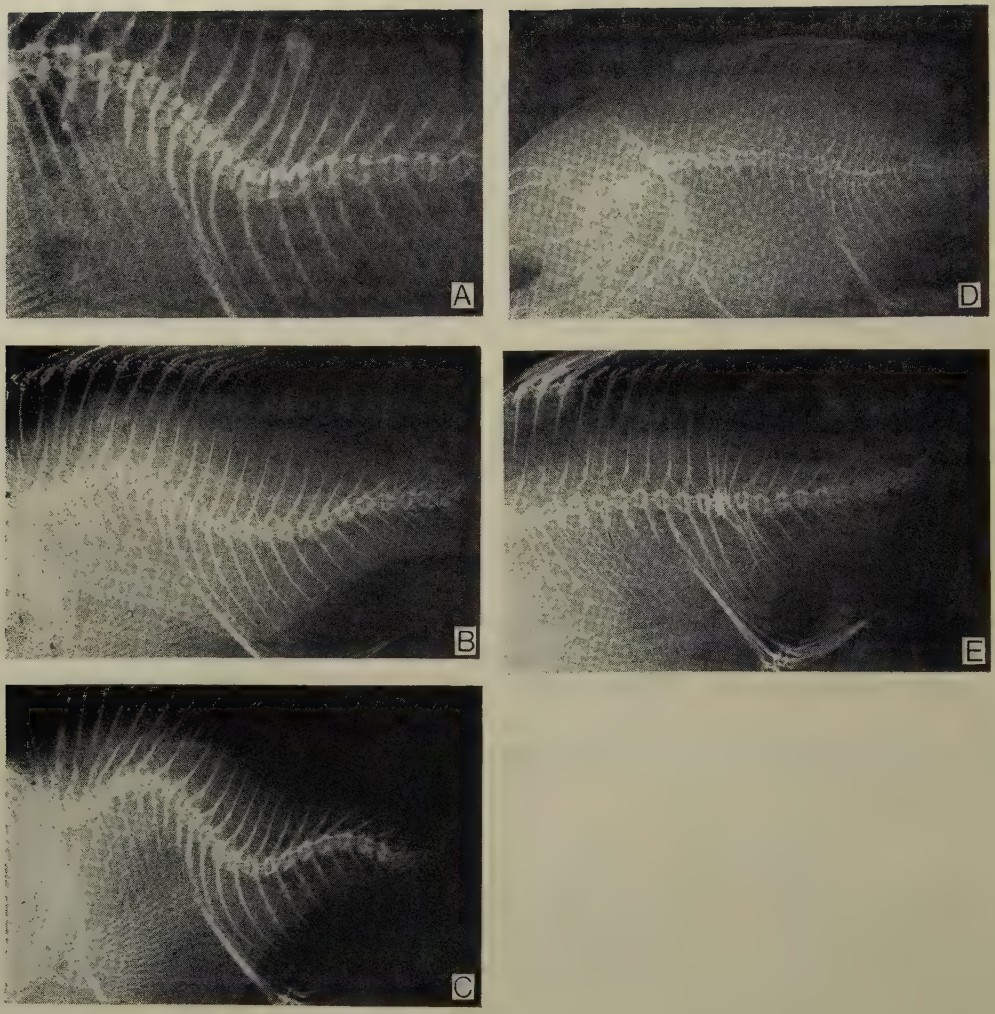


Plate 1. Typical deformation of vertebrae observed in reared *Oplegnathus fasciatus*.

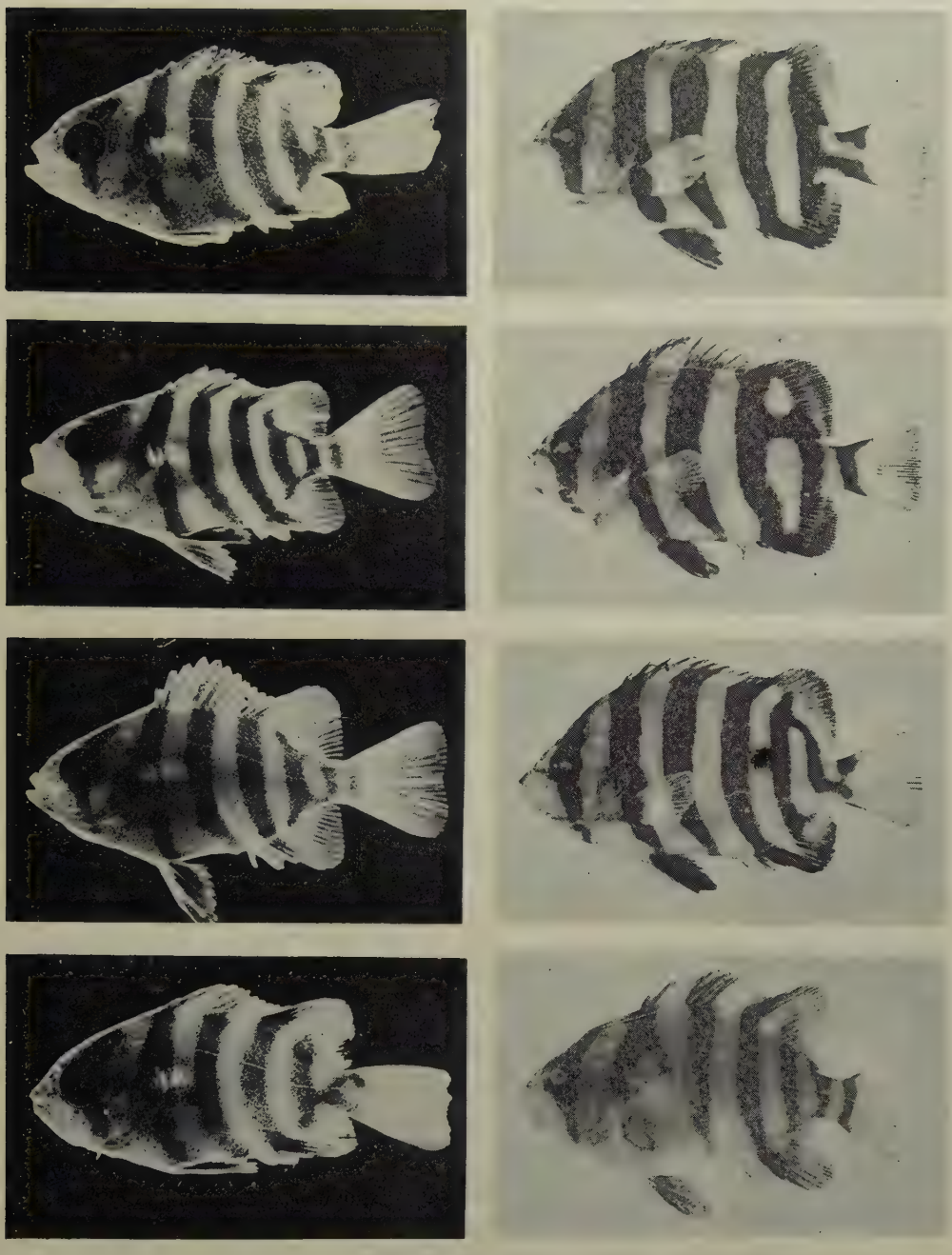


Plate 2. Examples of morphological abnormality for seven black stripes of reared *Oplegnathus fasciatus*. Irregularity of the stripes is characteristically more frequent on the posterior portion of body surface.

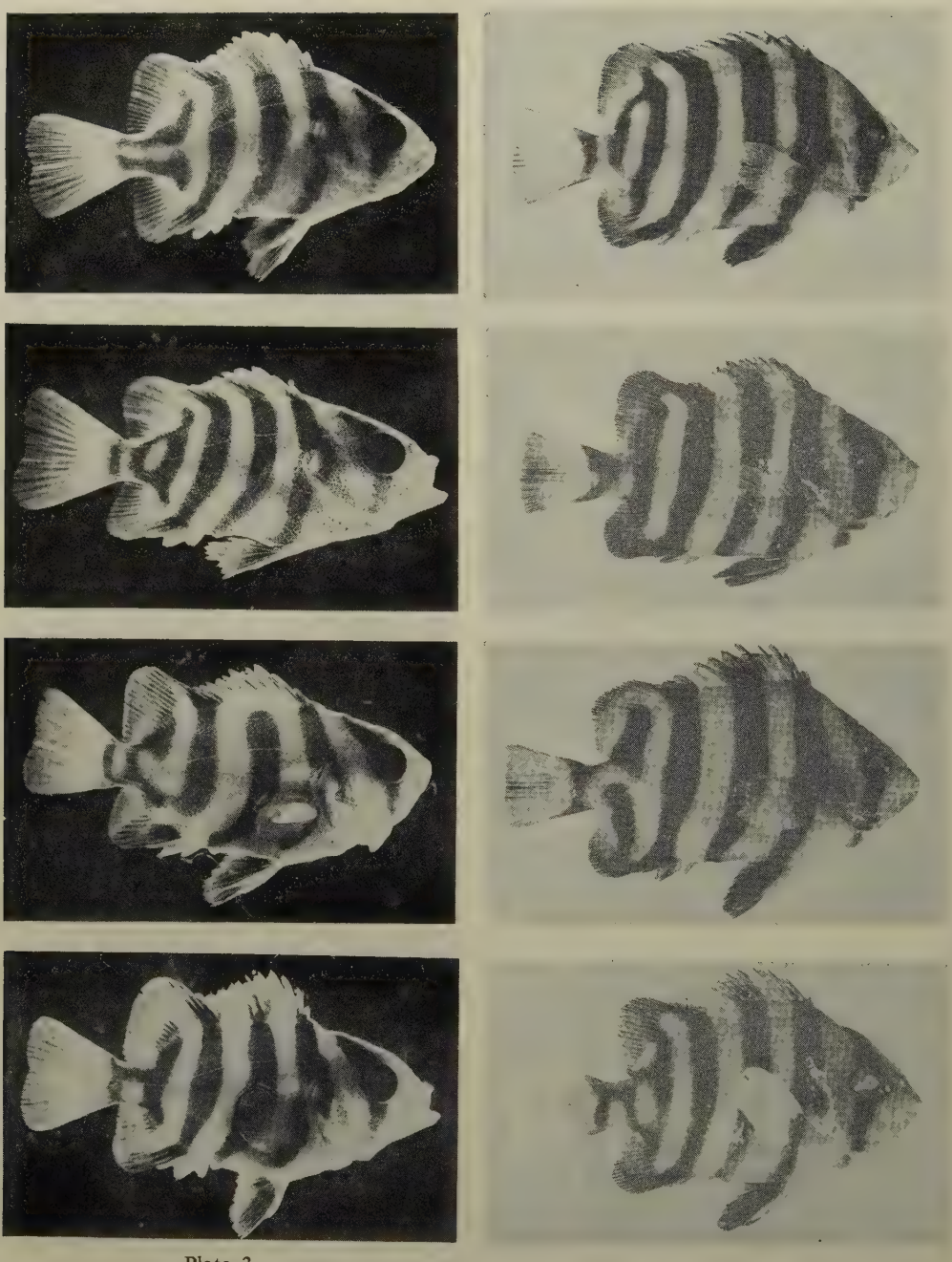


Plate 3

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 31~42 (1980)

Larval Stages of a Parthenopid Crab, *Parthenope validus*, Reared in the Laboratory and Variation of Egg Size among Crabs

Hiroshi KURATA and Taiji MATSUDA*

The larvae of Parthenopidae have long been known since Gourret[1] first mentioned in 1884 the zoeae of *Parthenope massena* (Roux) as *Lambrus massena*. However, until recently the studies have been limited to the first stage zoeae[2,3] or planktonic materials[4-6]. Yang[7] was the first who described in 1971 the complete larval development of any parthenopid crabs. He succeeded to rear the larvae of *Parthenope* (*Platylambrus*) *serrata* (H. Milne Edwards) from egg to crab stage in the laboratory. This report presents an additional information on the complete larval development of a parthenopid crab and on variation of egg size among crabs with respect to their phylogenetic relationships.

Hishi-gani, *Parthenope* (*Platylambrus*) *validus* De Haan, is very common on sandy bottoms of 30-50 m of water from Tokyo Bay to Kyushyu in Japan and further extends southward to Korea, China, Samoa, Singapore, Torres Strait and Queensland[8]. Recently, this species has been divided into three formae; *validus* De Haan, *laciniatus* (De Haan) and *intermedius* (Miers)[8]. The ovigerous female from which the present materials were obtained was attributed to forma *validus* De Haan.

Materials and Methods

An ovigerous female was trawled on August 6, 1975 from the eastern Seto Inland Sea off Akashi City, Hyogo Prefecture. This crab laid another two batches of egg during confinement in the laboratory for 38 days without males. Two or three days were required between each hatching and subsequent egg laying. The larvae which have hatched from the last batch of egg were reared as far as megalopa.

The newly hatched zoeae were reared in a 500 *l* black FRP tank with 300 *l* of filtered sea water which was aerated through an air difuser stone. Culture of *Chlorella* sp. was added to the rearing water at a concentration of $30 - 50 \times 10^4$ cells per ml. at the beginning of the rearing. The temperature of the rearing water ranged from 21.5°C to 25.0°C. The larvae were fed according to the following schedule.

Measurements were taken under a microscope with an ocular micrometer eyepiece. Length from spine to spine in zoeae refers to the perpendicular distance from tip of rostral tpine to tip of dorsal spine. The carapace length was measured in lateral profile from the anterior margin of the ocular peduncle to the mid-dorsal posterior margin. The

Received : November 3, 1979. Contribution No. 91 from the Nansei Regional Fisheries Research Laboratory.
*Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station

Foods	Daily ration	Zoea 1	2	3	4	5	Mega-lopa
Marine G[a)]	0.5 g/m³	←	—	—	—	→	
Soy bean waste	2.0 g/m³	←	—	—	—	→	
Rotifer[b)]	10 ind./ml	←	—	—	—	—	→
Artemia nauplii	1-2 ind./larva		←	—	—	—	→
Minced clam meat juice[c)]	2.0 g/m³	←	—	—	—	→	
Minced clam meat particles[d)]	10-15 g/m³					←	→

a) Organic paste made of marine products. b) *Brachionus pricatilis* cultured in separate tank. c) Juicy fine particles which passed through 40 mesh. d) Large particles which are retained by 40 mesh.

width of telson was measured at level of insertion of the outer pair of inner setae. The following table shows the chronology of development and survival rates.

Date	Stage	Survival rate(%)
Sept. 12	Zoea 1 (Hatchig)	100
16-17	Zoea 2	80
20-22	Zoea 3	60
24-27	Zoea 4	30
27-28	Zoea 5	?
Oct. 1-3	Megalopa	10

Description of Larval Stages

Zoea

The zoea has a poor coloration with faintly difused yellow over the whole body and speckled with small black chromatophores at the base of dorsal spine, at the base of lateral spine on each side, at hind end of abdominal somites 2-5, on the telson and along peduncle of maxilliped 1.

Five zoeal stages were recognized. The zoea has all the spines on carapace. They are smooth and considerably shorter than the carapace length. The rostral spine distinctly curves dorsally, while the dorsal spine curves posteriorly and slightly longer than the rostral spine. The lateral spines are almost straight and about 1/3 as long as the rosral spine. Dorsal protubelance between eyes is prominent, while that near the posterior end of carapace is inconspicuous. The ventral margin of carapace is smooth.

Abdomen is moderately long with lateral knobs on somites 2 and 3. There are postero-lateral spines with rounded tip on somites 3-5. Those on somite 5 become very long in later stages. The telson is robust and assumes a form of a lyre. It is, less fork, much wider than long. The fork is smooth and strongly upturned distally. Its length is

slightly less than the width of telson. There is small dorsal spine near the proximal end of the fork. This spine tends to be less prominent in later stages and is seemed, judging from its position, to represent the third outer spine in the primitive form. Its insertion is distinctly behind to that of the first inner seta. An another very minute spine may be present in early stages on the outer edge anterior to the dorsal spine. There are no extra inner setae in all but the last stage, in which an unpaired short extra seta may be present near the center. The second inner seta is distinctly longer than the others and is almost 1/2 as long as the fork. The central indentation on the hind margin of the telson is very shallow but wide and slightly less than 1/4 as wide as telson.

Antennule is simple and unjointed in all but the last stage in which it is bifurcated. Antenna is about 1/2 or somewhat less as long as the rostral spine. The spinous process bears two rows of spinules. Exopod ends in two spines, of which the inner is about 3 times as long as the outer, almost reaching tip of the spinous process. Endopod appears from stage 3, exceeding spinous process in the last stage.

Mandible is well developed with cutting and grinding teeth. A small unointed palp appears in the last stage. Maxillule has an endopod of two segments with 1 rudimentary seta on proximal segment which may be very difficult to see in early stages, and 6 setae in 2 or 3 groups near the tip of the distal segment. There is a feathered outer seta on basis from stage 3 and a simple seta on coxa in the last stage. Endopod of maxilla is unsegmented but 3 lobed on the inner edge with 2,2 and 3 setae from proximal to distal lobe. Endopod of maxilliped 1 is of 5 segments, and that of maxilliped 2 of 3 segments. Exopod of both maxilliqeds bears only 10 swimming setae each in the last stage. Pleopod buds appear from stage 4.

Stage 1. Length from spine to spine is 0.9 mm. Eyes are sessile. Abdomen is of 5 segments plus telson. Postero-lateral spines on abdominal somites 3-5 are small but distinct (Fig. 1, A and B). Telson, including fork, is only slightly longer than wide (Fig. 2, A). There are no endopod on antenna (Fig. 1, G), no palp on mandible, and no outer seta on maxillule. Scaphognathite of maxilla ends proximally in a feathered seta. Maxillipeds have 4 swimming setae on exopod. Rudiments of maxilliped 3 and legs are very minute.

Stage 2. Length from spine to spine is 1.1 mm. Eyes are stalked. Postero-lateral spines on abdominal somite 5 are almost as long as the somite. Maxillule has an outer feathered seta. Proximal end of scaphognathite is rounded. Maxillipeds have 6 swimming setae on exopod (Fig. 1; C).

Stage 3. Length from spine to spine is 1.4 mm. Abdominal somite 6 is segmented off from the telson. Postero-lateral spines on abdominal somites are elongated, those on somites 3 and 4 are almost as long as their respective somite and those on somite 5 are distinctly longer than the somite, well exceeding the hind end of somite 6 (Fig. 1, D). Antenna has a small endopod (Fig. 1, I). Maxillipeds have 8 swimming setae on exopod.

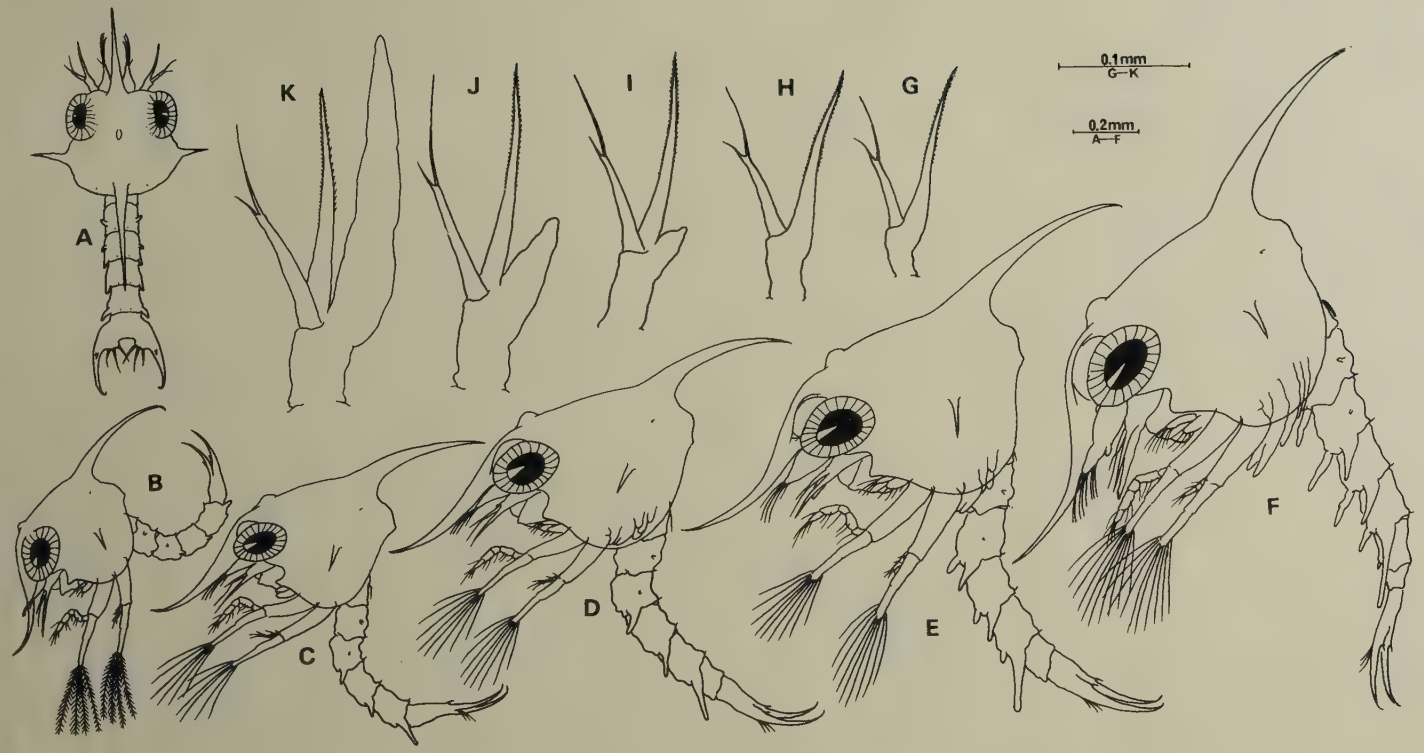


Fig. 1. *Parthenope validus*, zoeae. A, stage 1, dorsal; B-F, stages 1-5, lateral; G-K, antenna, stages 1-5.

Fig. 2. *Parthenope validus*, zoeae(A-E) and megalopa(F-I). A-E, telson, stage 1-5; F, dorsal; G. Thorax and proximal segments of legs, ventral; H, crapace, lateral; I, antenna.

Stage 4. Legth from spine to spine is 1.7 mm. Antennal endopod is enlarged and slightly shorter than exopod less apical spines (Fig. 1, J). Maxilliped 1 has 9 swimming setae while maxilliped 2 has 10 on respective exopod. Leg buds are partly exposed from ventral margins of carapace. There are small pleopod buds on abdominal somites 2-5 (Fig. 1, E).

Stage 5. Length from spine to spine is 2.1 mm. Telson may has a short extra inner seta near the center of the hind margin (Fig. 2, E). Antennule is jointed with a small conical bud of the inner flagellum. Antennal endopod is very large, well exceeding tip of the spinous process (Fig. 1, K). Mandible has a small unjointed palp. Maxillipeds has 10 swimming setae on exopod. Pleopod buds are almost as long as the respective somite (Fig. 1, F).

Megalopa

Carapace length is 1.5 mm. Rostrum is squarish projecting almost horizontally in the center into a large spine. There is a dorso-median spine, projecting behind and being almost as large as the rostral spine, and a pair of small lateral spines on carapace. The carapace is, otherwise, comparatively smooth (Fig. 2, F and H).

Abdomen is of 6 segments plus telson. It is somewhat shorter than carapace less rostrum. The telson is semicircular and wider than long. There is a pair of well developed pleopods on abdominal somites 2-5. Uropods are very short, almost rudimentary with 5 seae.

Antennule is composed of peduncle of 3 segments, outer flugellum of 5 segments with many aesthetes and setae, and inner flagellum of 1 segment. Antenna is composed of a peduncle of 3 segments and a flugellum of 7 segments of which the segments 2-4 are still fused (Fig. 2, I), excceeding tip of the rostral spine by its distal 3 segments. Mandible is well calcified and assumes a form of a cutting tooth with a 2 segmented palp. Endopods of maxillule and maxilla are degenerated retaining a few rudimentary setae. Maxilliped 3 in armed along the inner margin of ischium with 3 teeth (Fig. 2, G).

Chiliped is large and stout, much longer and havier than the walking legs, with a spine at proximal dorsal edge of merus. Chela is about 1/4 as wide as long. Fingers are nearly as long as palm. The walking legs are of the same structure and markedly smaller than chiliped. Their dactyli are about 1.7 times as long as respective propodi, each with 3 barbed spines along the ventral edge and a pair of subterminal spines. The last leg has a feeler. There is a large epipod on maxilliped 1 and 3, 1 arthrobranch on maxilliped 3 and legs 2 and 3, while leg 1 (cheliped) has 2 arthrobranchs.

Discussion

Yang[7] observed, in *Parthenope serrata* reared singly in compartment boxes, that either fifth or sixth stage zoea changed into megalopa. He assumed that the six-staged zoeal

development to be normal. In the present work on *P. validus*, on the other hand, many larvae were reared together in a large container, and the five-staged zoeal development was seemed to be normal inasmuch as no sixth stage zoeae were rocognized among samples taken every 3 or 4 days.

It is well known that the number of larval stages is not always constant in many decapods and the different rearing conditions such as temperature[9,10] and amount of available food[11-13] may cause intraspecific variation in larval development pattern. The last stage zoea of *P. validus* is very well comparable to the sixth stage zoea of *P. serratus* in development except the number of swimming setae on maxillipeds.

There is a good deal of evidences showing that the Oxyrhyncha is quite heterogeneous with respect to the larval characteristics. The known larvae of Hymenosomatidae, Majidae and Parthenopidae which constitute Oxyrhyncha in most recent taxonomy, have little in common with one anther as are summarized in the following table.

Larval characters	Hymenosomatidae	Majidae	Parthenopidae
Number of zoeal stages	2-3	2	5-6
"Anterior setae"	Absent	Present	Absent
Spines on carapace	Dorsal and lateral lost, while rostral persisted	Tend to lose either lateral, rostral or dorsal spine	All spines persisted
Antennal exopod	Rudimentary or absent	Ends in 3 spines or spinous as a whole	Ends in 2 spines
Abdominal somite: lateral knobs	On somite 2 only or absent	On somite 2 only or on somites 2 & 3	On somites 2 & 3
Telson	Parallel sided, indentation absent	Wider posteriorly, indentaion absent, narrow and shallow or wide and deep	Lunate, indentation wide but shallow
Outer spine of telson	0-2, when present, spine 1 persist.	1-3, spine 1 tends to persist	1-2, spine 3 tends to persist
Megalopa	Benthic	Pelagic	Pelagic
Source of data	Al-Kholy[14] Boschi *et al*[15] Lucas[16] Muraoka[17]	Kurata[18]	Yang[7] present paper

The most fundamental characters of zoeae of Parthenopidae which distinguish them from those of the other two families seem to be in the greater number of zoeal stages, the tendency to retain all the spines on carapace, the tendency to retain the third outer spine on telson, and the wide but shallow central indentation on the hind margin of telson. Apparently, the zoea of Parthenopidae is much more Brachyrhynch than Oxychynch.

The character of zoeal antenna of Parthenopidae ending in 2 spines of different

Table 1. Diameter of crab eggs across long axis. Species are arranged according to Sakai's classification[8]

Species	Egg diameter in mm.
Subsection Dromiacea	
Superfam. Dromiidea	
Fam. Dromiidae	
Petalomera wilsoni (Fulton and Gcant)	0. 85
P. granulata Stimpson	0. 81
Superfam. Homolidea	
Fam. Latreillidae	
Laterillia phalangium De Haan	0. 31
Subsection Oxystomata	
Fam. Dorippidae	
Paradorippe granulata (De Hann)	0. 37
Fam. Leucosiidae	
Subfam. Philyrinae	
Philyra pisum De Haan	0. 33
Myra fugax (Fabricius)	0. 33
Subfam. Leucosiinae	
Leucosia obtusifrons De Haan	0. 46
L. anatum (Herbst)	0. 46
Fam. Calappidae	
Subfam. Calappinae	
Calappa lophos (Herbst)	0. 31
Subsection Oxyrhyncha	
Fam. Hymenosomatidae	
Halicarcinus orientalis Sakai	0. 44
Trignoplax unguiformis (De Haan)	0. 58
Fam. Majidae	
Subfam. Inachinae	
Camposcia retusa Latreille	0. 78[2]
Macrocheira kaempferi (Temminck)	0. 74
Pleistacantha sanctijohannis Miers	0. 62
Subfam. Oregoninae	
Chionoecetes opilio (O. Fabricius)	0. 66
Subfam. Acanthonychinae	
Pugettia quadridens quadridens (De Haan)	0. 50
P. incisa (De Haan)	0. 41
Huenia proteus De Haan	0. 45
Subfam. Pisinae	
Phalangipus hystrix (Miers)	0. 55
Hyastenus diacanthus (De Haan)	0. 49
H. elongatus Ortmann	0. 55
Pisoides ortmanni (Balss)	0. 33
Subfam. Majinae	
Menaethius monoceros (Latereille)	0. 32[2]
Leptomithrax edwardsi (De Haan)	0. 76
L. bifidus Ortmann	0. 65
Schyzophrys aspera (H. Milne Edwards)	0. 73
Chlorinoides longispinus (De Haan)	1. 18
Subfam. Mithracinae	
Micippa thalia (Herbst)	0. 41
Fam. Parthenopidae	
Parthenope (*Platylambrus*) *validus validus* De Haan	0. 26

Table 1 (continued)

Subsection Brachyrhyncha	
Fam. Portunidae	
Subfam. Portuninae	
Portunus (*Portunus*) *trituberculatus* Miers	0. 41
P. (*P.*) *sanguinolentus* (Herbst)	0. 29
P. (*Monomia*) *gladiator* Fabricius	0. 31
Charybdis (*Charybdis*) *acuta* (A. Milne Edwards)	0. 30
Ch. (*Ch.*) *miles* De Haan	0. 31
Ch. (*Goniohellenus*) *truncata* (Fabricius)	0. 26
Ch. (*G.*) *bimaculata* (miers)	0. 33
Thalamita prymna (Herbst)	0. 35
Th. *picta* Stimpson	0. 27
Subfam. Caphyrinae	
Lissocarcinus polybioides Adams and White	0. 36
Fam. Xantidae	
Subfam. Xanthinae	
Atergatis floridus (Linnaeus)	0. 37
A. *reticulatus* De Haan	0. 49
Actaea savignyi (H. Milne Edwards)	0. 52
Subfam. Chlorodinae	
Chlorodiella nigra (Forskal)	0. 43[1)]
Subfam. Pilumninae	
Pilumnus minutus De Haan	0. 34
Fam. Goneplacidae	
Subfam. Carcinoplacinae	
Carcinoplax longimana (De Haan)	1. 10
Eucrate crenata De Haan	0. 33
Fam. Pinnotheridae	
Subfam. Pinnotherinae	
Ostrachotheres tridacnae Ruppel	0. 65[1)]
Subfam. Astenognathinae	
Tritodynamia japonica Ortmann	0. 36
Fam. Ocypodidae	
Subfam. Macrophthalminae	
Macrophthalmus (*Macrophthalmus*) *dilatatus* De Haan	0. 23
M. (*Mareotis*) *japonicus* De Haan	0. 27
Subfam. Scopimerinae	
Scopimera globosa De Haan	0. 33
Ilyoplax pusillus (De Haan)	0. 30
Fam. Grapsidae	
Subfam. Grapsinae	
Grapsus strigosus Herbst	0. 35[1)]
Planes cyaneus Dana	0. 39
Subfam. Varuninae	
Acmaeopleura parvula Stimpson	0. 36
Eriocheir *japonicus* De Haan	0. 45
Hemigrapsus sanguineus (De Haan)	0. 38
H. *longitarsis* (Miers)	0. 32
Subfam. Sesarminae	
Sesarma (*Holometopus*) *haematocheir* (De Haan)	0. 33
Subfam. Plagsiinae	
Plagusia dentipes De Haan	0. 36

1) Cited from Gohar and Al-Kholy[26)]
2) Cited from Gohar and Al-Kholy[27)]

lengths is fairly common among zoeae of Brachyrhyncha such as Portunidae[19,20], Calappidae[21] and Sesarminae[22,23], and may be derived from the first type antenna of Majidae in which the exopod ends in 3 spines of different length[18].

One of the reliable distinguishing characters of Parthenopidae zoeae from Brachyrhyncha zoeae having the same type of antenna is the distinctly upturned rostral spine on carapace. The same character was observed in *Heterocripta granulata* (Gibbes)[24] and seemed to be common among Parthenopidae zoeae, though it was not mentioned by the other authors[2,3,6,7] who reported larvae of Parthenopidae.

The presence of many larval stages in Parthenopidae deserves further discussion. Williamson[25], in the study of origin of crabs, proposed a hypothesis that, with the exception of primitive families, "all the Brachyura are descended from forms in which there were only two zoeal stages. The Majidae and fam. nov.? have retained this pattern of development but in nearly all other families of the Brachyura the number of zoeal stages has been secondarily increased". According to this hypothesis, Parthenopidae should be more advanced in evolution than Majidae. It is intersting to note here, in this connection, that certain members of Majidae produce large eggs, while the other members of Oxyrhyncha including Parthenopidae as well as many of Brachyrhyncha produce small eggs (Table 1). In addition, majid crabs which produce large eggs have, according to Kurata[18], zoea larvae of primitive characters with all the spines on carapace and original three outer spines on telson. In the other species of Majidae and all of the known Parthenopidae which produce small eggs, the zoeae are more or less modified in external characters with fewer spines on carapace and on telson than in the primitive forms.

These evidences strongly suggest that the ancestral crabs would produce large eggs and the general trend of evolution among crabs was toward the decrease in egg size to maximize the reprodutive rate. This strategy seems to have been successful to establish a large population of certain of the Portunidae, Cancridae and Xanthidae in the nutrient rich coastal waters in temperate and tropical regions where the interspecific competition is much more severe than in cold or deep waters. *Macrocheira* and *Chionoecetes* among Majidae which still retain the strategy of ancestral crabs producing large eggs, are confined in cold or deep waters and never be found in any appreciable quantity in the competitive environments.

The adoption of new strategy against straggle for existence in the nutrient rich environments should involved the production of small eggs in maximum possible number which, in turn, has resulted in the production of small zoeae less forward in development, so that a greater number of stages was required to reach metamorphosis.

References

1) Gourret, P., 1884: Considérations sur la faune pélagique du Golfe de Marseille. Ann. Mus.

Hist. Natur. Marseille, Zool. 2(2), 1-175.
2) Aikawa, H., 1937: Further notes on brachyuran larvae. Rec. Oceanogr. Wks. Japan 9, 87-162.
3) Heegaard, P., 1963: Decapod larvae from the Gulf of Napoli hatched in captivity. Vidensk. Medd. Naturwist. Foren Kjobenhavn 125, 449-493.
4) Cano, D.G., 1893: Svilluppo e Morfologia degli Oxyrhynchi. Mitt. Zool. Sta. Neapel 10, 527-583.
5) Boraschi, L., 1921: Osservazioni sulle larve dei Crostei Decapodi, Brachiuri e Anomuri. Mem. R. Comitato Talassografico Italiano 87, 1-32.
6) Bourdillon-Casanova, L., 1960: Le meloplankton du Golfe de Marsille: Les larves de Crustacés Décapodes. Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume Fac. Sci. Marseille 30(18), 1-286.
7) Yang, W.T., 1971: The larval and postlarval development of *Parthenope serrata* reared in the laboratory and the systematic position of the Parthenopidae (Crustacea, Brachyura). Biol. Bull. 140(1), 166-189.
8) Sakai, T., 1976: Crabs of Japan and the adjecent seas. 773p., 251 pls., Kodansha, Tokyo.
9) Kurata, H., 1960: Last stage zoea of *Paralithodes* with intermediate form between normal last stage zoea and glaucothoe. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. (22), 49-56 (In Japanese with English summary).
10) Boyd, C.M. and M.W. Johnson, 1963: Variations in the larval stages of a decapod crustacean, *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Galatheidae). Biol. Bull. 124, 141-152.
11) Templeman, W., 1936: The influence of temperature, salinity, light and food conditions on survival anf growth of the larvae of the lobster (*Homarus americanus*). J. Biol. Bd. Canada 2, 485-497.
12) Broad, A.C., 1957: The relationship between diet and larval development of *Palaemonetes*. Biol. Bull. 112, 162-170.
13) Yatsuzuka, K., 1962: Studies on the artificial rearing of the larval Brachyura, especially of the larval blue crab, *Neptunus pelagicus* Linnaeus. Rep. Usa Mar. Biol. Sta. 9(1), 88p. (In Japanese with English summary).
14) Al-Kholy, A.A., 1959: Laval stages of four brachyuran Crustacea. Publ. Mar. Biol. Sta. Ghardaqa, Red Sea (10), 239-246.
15) Boschi, E.E., M.A., Scelzo and B. Goldstein, 1969: Desarrollo larval del cangrejo *Halicarcinus planatus* (Fabricius) en el laboratorio (Crustacea, Decapoda, Hymenosomidae), con observaciones sobre la distribucion de la especie. Bull. Mar. Sci. 19, 225-242.
16) Lucas, J.S., 1971: The larval stages of some Australian species of *Halicarcinus* (Crustacea, Brachyura, Hymenosomatidae). I. Morpology. Bull. Mar. Sci. 21, 471490.
17) Muraoka, K., 1977: The larval stages of *Halicarcinus orientalis* Sakai and *Rhynchoplax messor* Stimpson reared in the laboratory. Zool. Mag. (Dobutsugaku Zasshi), 86(2), 94-99.
18) Kurata, H., 1969: Larvae of Decapoda Brachyura of Arasaki, Sagami Bay-IV. Majidae. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. (57), 81-127. (In Japanese with English Summary)
19) Lebour, M.V., 1928: The larval stages of the Plymouth Brachyura. Proc. Zool. Soc. London 1928, 473-560.
20) Kurata, H., 1975: Larvae of Decapoda Brachyura of Arasaki, Sagami Bay-V. The swimming crabs of subfamily Portuninae. Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (8), 39-65.
21) Costlow, J.D. Jr. and C.G. Bookhout, 1962: The larval development of *Hepatus epheliticus* (L.)

under laboratory conditions. J. Elischa Mitchell Sci. Soc. 78, 113-125.
22) Costlow, J.D. Jr. and C.G. Bookhout, 1960: The complete larval development of *Sesarma cinerium* (Bosc) reared in the laboratory. Biol. Bull. 118(2), 203-214.
23) Baba, K. and K. Miyata, 1971: Larval development of *Sesarma* (*Holometopus*) *dehaani* H. Milne Edwards (Crustacea, Brachyura) reared in the laboratory. Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ. No 19, Sec. 1 (Nat. Sci.), 54-64.
24) Kurata, H., 1970: Larvae of decapod Crustacea of Georgia. Report submitted to the Univ. of Georgia, Marine Institute, USA (Mimeograph), pp. 122-274, 125 pls.
25) Williamson, D.I., 1976: Larval characters and the origin of crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Thalssia Jugoslavica 10(1/2), 401-414.
26) Goha, H.A.F. and A.A. Al-Kholy, 1957a: The larvae of some brachyuran Crustacea. Publ. Mar. Biol. Sta. Al-Ghardaqa Red Sea, No. 9, 145-176.
27) Gohar, H.A.F. and A.A. Al-Kholy, 1957b: The larvae of four decapod Crustacea. Publ. Mar. Biol. Sta. Al-Ghardaqa Red Sea, No. 9, 177-202.

ヒシガニ, *Parthenope validus*, の飼育幼生と カニ類における卵径の変異

倉田　博・松田　泰嗣

実験室内でふ化・飼育した幼生にもとずいて，ヒシガニ幼生の外部形態の特徴を記載した。幼生期はゾエア5期とメガロパ1期とからなる。

ゾエアは甲に額角棘，背棘および側棘があり，額角棘は上方に，背棘は後方に湾曲する。腹節は，第2・3節に側突起，第3～5節に鈍頭の後側突起がある。尾節はたて琴の形をなし，幅広く，尾叉基部の背縁に各1棘がある。第2触角は額角棘の約1/2長で，外肢は2異長棘に終る。

メガロパは，額角中央が大きな棘となり，後方に背中棘と1対の側棘とがある。腹部は6腹節と尾節とからなり，尾肢に5毛がある。鉗脚は歩脚より著しく長大で，長節背縁に1棘がある。第4歩脚先端に1触毛がある。

現存するカニ類には，大卵小産と小卵多産の傾向が分化しており，前者はより原始的な生存戦略を，後者は栄養が豊富で競合がきびしい環境におけるより進歩した生存戦略を反映していることを論じた。ヒシガニ類は幼生の特徴に関する限り尖頭亜区（Oxyrhyncha）よりもむしろ方頭亜区（Brachyrhyncha）に近い。

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 43~49 (1980)

Larval Stages of a Goneplasid Crab, *Eucrate crenata*, Reared in the Laboratory

Hiroshi KURATA and Taiji MATSUDA*

The larval stages of Goneplacidae are poorly known. Only two species of known parentages have so far been reported on their larval stages. Thus, the larvae of *Goneplax angulata* (Pennant) as *G. rhomboides* Herbst were repoted from Plymouth[1] and from Mediterranean[2] and those of *Carcinoplax longimanus* (De Haan) from Sagami Bay[3]. This report presents an additional information on the complete larval development of a goneplacid crab of the subfamily Carcinoplacinae.

The maruba-gani, *Eucrate crenata* De Haan is fairly common in Japan from Tokyo Bay to Nagasaki, further extending southward to Korea, China, Hong Kong, Seychelles, Andamans and Madras[4]. The larvae have never been described before.

Materials and Methods

A female crab of 26 mm. in carapace width was trawled on April 26, 1977 in the Ohsaka Bay, Seto Inland Sea from 60 m. of water off Kariya, Awaji Island. The crab laid viable eggs about 2 months later on June 17 and the eggs hatched on July 11. The newly hatched larvae were reared together in a 500 *l* FRP tank with about 300 *l*. of filtered sea water. The rearing water was aerated througout the experimental period. The main foods used were the rotifer and *Artemia* nauplii combined with soy bean waste, minced clam juice and marine G paste.

The following table summarizes the percentages of larvae at successive larval stages showing chronology of development.

Date		Percentage of larvae at each stage						Temperature (℃)
		Zoea 1	Zoea 2	Zoea 3	Zoea 4	Zoea 5	Megalopa	
July	11	100						26.0
	12	100						26.6
	13		100					27.6
	14		100					—
	15		5	95				28.5
	16			100				28.3
	17			40	60			28.9

Received : November 3, 1979. Contribution No. 92 from the Nansei Regional Fisheries Research Laboratory.
*Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station

18	70	30		29.3
19		100		—
20		100		—
21		100		—
22		95	5	29.7
23		85	15	—
24			100	—

Measurements were taken under a microscope with an ocular micrometer eyepiece. Length from spine to spine in zoeae refers to the perpendicular distance from tip of rostral spine to tip of dorsal spine. Carapace length was measured in lateral profile from the anterior margin of ocular peduncle to mid-dorsal posterior margin. The width of telson was measured at anterior base of the outer spine on each side.

Description of Larval Stages

Zoea

There are 5 zoeal stages. Carapace has rostral, dorsal and lateral spines. All the spines are smooth. The rostral spine is straight, almost as long as carapace. The dorsal spine is distinctly longer than the rostral spine and slightly curves distally. The lateral spines are about 1/3 as long as the rostral spine. Ventral margin of carapace is smooth. Abdomen is slender with lateral knobs on somites 2 and 3. Those on somite 3 are very minute but persist during the whole zoeal stages. There are no lateral spines on any of the somites in all stages. The telson is slender and typically forked with a large lateral spine on each side, which is inserted at the same level as the third (inner most) pair of inner setae. The length of fork is about 1/2 times greater than width of telson and is finely serrated along the inner and the inner-dorsal edges. There are 3 pairs of inner setae in all stages without extra setae. The middle pair of inner setae are distinctly longer than others and slightly more than 1/3 as long as the telson fork. The central indentation on the hind margin is moderately wide and deep.

Antennule is simple and unjointed in all but the last stage, in which it is bifurcated. Antenna is about 2/3 as long as the rostral spine. The spinous process bears a row of spinules on the inner and the outer edges. The exopod is also spinous and as long as the spinous process, with 2 short spines on the outer edge at about proximal 2/5 and a row of spinules on the inner edge along its distal one half. Unjointed endopod appears from stage 3.

Mandible is well developed with a small unjointed palp in the last stage. Maxillule has an endopod of 2 segments with 6 setae on distal segment, while proximal segment may or may not has a rudimentary seta. Endopod of maxilla is unsegmented but bilobed with 3 and 5 setae respectively on proximal and distal lobe. Endopod of maxilliped 1 is of 5 segments, and that of maxilliped 2 of 3 segments with 1, 1 and 5 setae from proximal to distal segment. Their exopods bears swimming setae as are listed in the following table.

Pleopod buds appear from stage 3.

Stage	Maxilliaed 1	Mavilliped 2
Zoea 1	4	4
Zoea 2	6	7
Zoea 3	8	9
Zoea 4	10	11
Zoea 5	12	13

Stage 1. Length from spine to spine is about 1.9 mm (Fig. 1, A). Eyes are sessile. Abdomen is of 5 somites plus telson. There are no endopod on antenna (Fig. 1. E), no palp on mandible, and no outer setae on maxillule. Scaphognathite of maxilla ends proximally in a large feathered seta. Rudiments of posterior thoracic limbs are very minute. Telson, including fork, is about 2 1/2 times as long as wide (Fig. 1, C).

Stage 2. Length from spine to spine is 2.3 mm. Eyes are stalked. Maxillule has an outer feathered seta on basis. Proximal end of scaphognathite of maxilla is rounded.

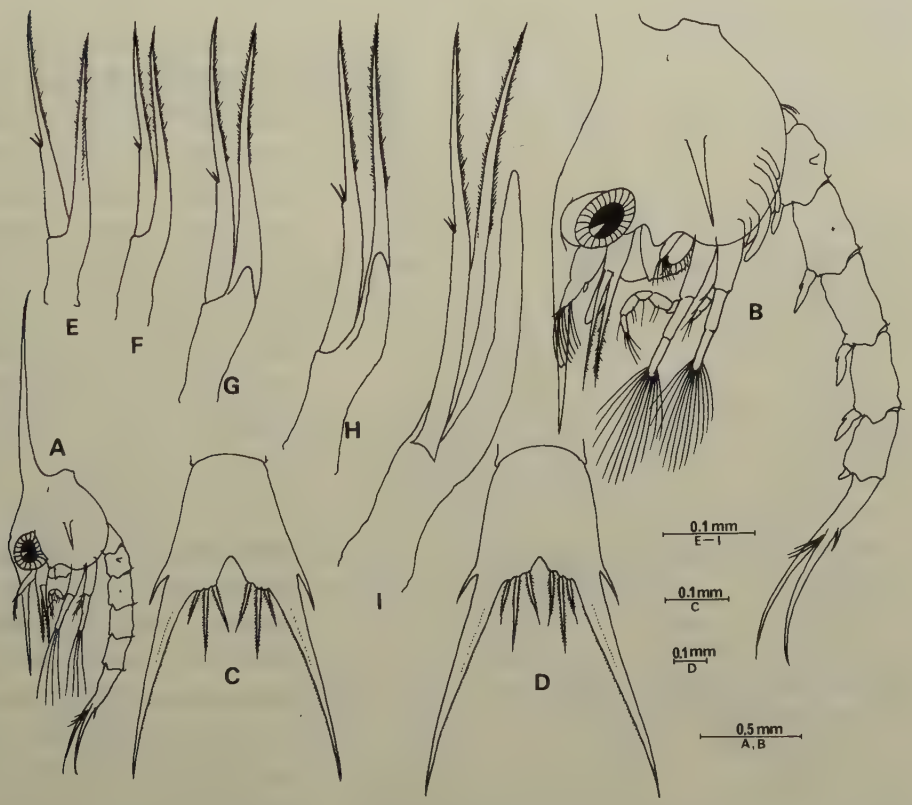


Fig. 1. *Eucrate crenata*, zoeae. A and B, stages 1 and 5, lateral; C and D, telson, dorsal, stages 1 and 5; E-I, antenna, stages 1-5.

Stage 3. Length from spine to spine is 3.2 mm. Abdominal somite 6 is segmented off from telson. Antennal endopod appears as small bud (Fig. 1, G). Rudiments of maxilliped 3 and legs 1-5 are still small but distinct. There are slight swelling of pleopod buds on abdominal somites 2-5.

Stage 4. Length from spine to spine is 3.9 mm. Antennal endopod is about 1/3 as long as the spinous process (Fig. 1, H). There is an outer simple seta on coxa of maxillule. Pleopod buds are distinct but still very small.

Stage 5. Length from spine to spine is about 4.7 mm. Antennule is bifurcated but segmentation is still indistinct, with 2 groups of aesthetes on the upper flagellum. Antennal endopod is unjointed and sbout 2/3 as long as the spinous process (Fig. 1,I). Mandible has an unjointed palp. Leg buds are large and well exposed from ventral margins of carapace (Fig. 1, B). Pleopods are large and slightly bifurcated but still shorter than respective abdominal somite.

Megalopa

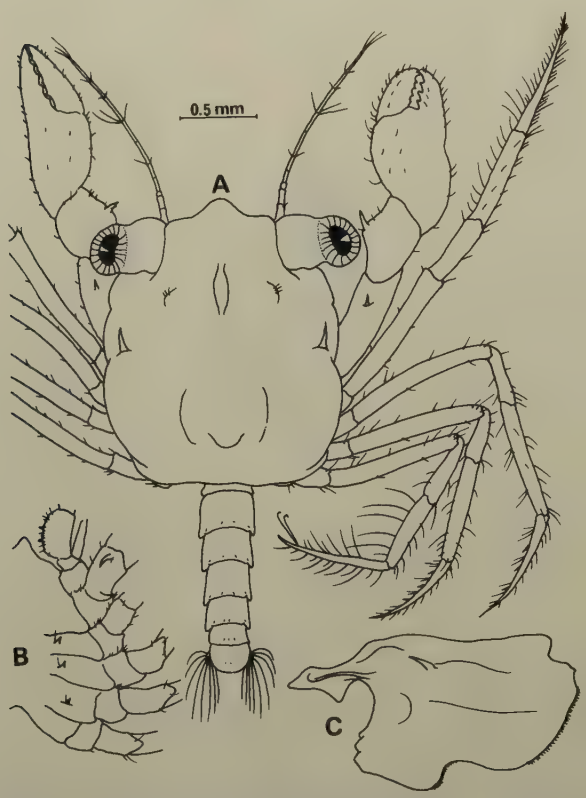


Fig. 2. *Eucrate crenata*, megalopa. A, dorsal; B, thorax and proximal segments of legs, ventral; C, carapace, lateral.

Carapace length is about 1.9 mm. Rostrum is squarish with somewhat elevated edges and wider than long, producing in the center almost horizontally into a short, blunt prominence. Carapace has a pair of inconspicuous dorsal protu- belances behind eyes, a large cardiac hump, and a pair of pointed epigastric spines near lateral edge (Fig. 2, A and C).

Abdomen is of 6 somites plus telson, and a little shorter than carapace less rostrum. There are no spines on any of the somites. Telson is a little wider than long and tapers posteriorly. Well developed pleopods are present on somites 2-5. Uropods are about 1/2 as long as telson with 8 or 9 setae on exopod.

Antennule is composed of a

peduncle of 3 segments, upper flugellum of 5 segments with many aesthetes on segments 2-4, and a short lower flagellum of 2 segments. Antenna is composed of peduncle of 3 segments and a flugellum of 8 segments with long setae on segment 5. Mandible assumes a form of cutting tooth and is heavily calcified with a 2 jointed palp. Maxillule and maxilla are greatly developed with numerous setae and spines on the inner edge and around scaphognathite, while their endopods are degenerated with a few rudimentary setae. Maxilliped 3 armed with 2 small but distinct teeth on the inner edge of ischium.

Cheliped is stout, reaching beyond tip of antenna, with a hook on ventral edge of ischium (Fig. 2, B), a small spine on the dorsal edge of merus and a large spine on the dorsal anterior edge of carpus. Fingers are nearly as long as palm, with 4 or 5 teeth along the pinching edges. Legs 2-4 are slender and long without spines on all but the terminal segments, which are somewhat longer than respective propodi with 3 or 4 barbed spines on the ventral edges. Their propodi and dactyli are covered by many simple se ae. Leg 5 is somewhat shorter than the preceeding walking legs with 1 or 2 feelers in addition to many plumose stae on distal two segments, but has no barbed spines on dactylus. There is a spine on sterna corresponding to legs 2-4 (Fig. 2, B).

There is a large epipod on maxillipeds 1-3, arthrobranchs on maxilliped 3 and leg 1 (cheliped) and 1 arthrobranch on legs 2 and 3.

Discussion

Among the known larvae of Goneplacidae, zoeae and megalopa of *E. crenata* closely resemble those of *Goneplax* sp. described by Menon[5] from India, but are much less armed with spines and setae than those of *Goneplax angulata*[1,2] and of *Carcinoplax longimanus*[3] as are summarized in Table 1.

It is interesting to note here that the loss of armatures seems to be associated with the increase in the number of zoeal stages. If it is taken as granted that the larvae of ancestral decapods were very well armed with many spines and setae and their evolution has occurred toward loss of armatures, then it would be justified to assume that the species with greater number of zoeal stages should be more advanced in evolution than those with fewer number of zoeal stages. The diameter of newly laid eggs of *C. longimanus* measured about 1.1 mm., while those of *E. crenata* only 0.33 mm. The increase in the number of zoeal stages may be one of the inevitable results of the strategy for existence which has been chosen by *E. crenata*, producing a greater number of smaller eggs than in the primitive forms to secure the better chance of survival in the competitive environments.

The common characters of the larvae of Goneplacidae which may distinguish them as a whole from those the other Brachyrhyncha are in the slender appearence, in the form of antenna and telson in zoeae, and in the presence of a pair of epibranchial spines on carapace, the structure of antenna and the number of setae on uropods in megalopa.

Table 1. Comparison of armatures among the known larvae of Goneplacidae.

Characters	*G. angulata*[1,2]	*C. longimanus*[3]	*Goneplax sp.*[5]	*E. crenata*
Zoea				
No. of stages	4	4	5	5
Carapace; ventral margin	Serrated	Serrated	Smooth	Smooth
Abdominal somite; lateral knobs,	On somites 2-4 or 5	On somites 2-5	On somite 2 only	On somitdes 2 and 3
hind margin,	Smooth	Serrated	Smooth	Smooth
postero-lateral spines	On somites 3-5	On somites 3-5	Absent	Absent
Telson; no. of outer spines,	2	2	1	1
extra inner setae	2 pairs	2 pairs	?	Absent
Megalopa				
Carapace; rostral lateral corner,	Rounded	Spinous	Rounded	Rounded
epibranchial spines	Present	Present	Present	Present
Abdominal somites; postero-lateral spines	On somites 4 and 5	On somites 3-5	Absent	Absent
Cheliped; ischium,	1 hook	1 h. + 2 sp.	1 hook	1 hook
merus,	1 spine	5 sp.	2 sp.	1 sp.
carpus,	?	8 sp.	1 sp.	1 sp.
palm	?	10 sp.	several sp.	Smooth
Legs 2-5; coxa,	1 hook	1 hook	1 hook	Smooth
ischium,	1 sp.	1 sp.	?	Smooth
merus	1 sp.	2 sp.	?	Smooth
Sternal spine	?	At base of legs 2-4	?	At base of legs 2-4
No. of setae on uropod	8	8-9	8	8-9

References

1) Lebour, M.V., 1928: The larval stages of the Plymouth Brachyura. Proc. Zool. Soc. London, 1928, 473-560.

2) Bourdillon-Casanova, L 1960: Le meloplankton du Golfe de Marseille: Les larvae de Crustacés Décapodes. Rec. Trav. Sta. Mar. Endoume Fac. Sci. Marseille, 30(18), 1-286.

3) Kurata, H., 1968: Larvae of Decapoda Brachyura of Arasaki, Sagami Bay-Ⅲ. *Carcinoplax longimanus* (De Haan) (Goneplacidae). Bull. Tokai Reg. Fish. Res. lab., No. 56, 167-171.

4) Sakai, T., 1976: Crabs of Japan and adjacent Seas. Kodansha, Tokyo, 773 p., 251 pls.

5) MENON, M.K., 1937: Decapod larvae from the Madras plankton. Bull. Madras Goverm. Mus., N.H. III, 1—56, 9 pls.

マルバガニ, *Eucrate crenata,* の飼育幼生

倉田　博・松田　泰嗣

実験室内でふ化・飼育した材料にもとずいて，マルバガニ幼生の外部形態の特徴を記載した。幼生期はゾエア5期とメガロパ1期とから成る。ゾエア幼生は痩身で，甲に額角棘，背棘および側棘がある。腹節は第2，3節に側突起があるが，後側棘はない。尾節は典型的に分岐し，1対の明瞭な外側棘がある。尾叉は小棘列がある。内側剛毛は全期にわたり3対で，尾節後縁中央間戟は中庸程度に広く，深い。第2触角は長さが額角棘の約2/3で，基節突起は内外縁に小棘列があり，外肢は棘状で基部から約2/5の位置に2外側棘があり，それより先は内側に小棘列がある。

メガロパは，1対の前腮棘があり，額角は角ばって中央は短かく突出する。第2触角は3節の基節と8節の鞭とからなり，鞭第5節に長毛がある。腹部は6節と尾節とから成り，尾肢に8～9毛がある。鉗脚は，坐節に鉤棘，長節に1背棘，前節内縁に1鉤棘がある。歩脚1—3基部腹甲上に各1棘がある。第4歩脚先端に1～2触毛がある。

マルバガニ幼生は既知のほかの Goneplacidae 幼生に較べて，棘や剛毛が少ない特徴が注目され，それが幼生期数の増加と関連して起っている事実を指摘した。

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 51~68 (1980)

瀬戸内海およびその周辺海域における ホンダワラ科藻類の分布について

斉　藤　雄之助

Studies on the Distribution of *Sargassaceae* in the Seto Inland Sea and Its Adjacent Waters

Yunosuke SAITO

Distributional characters of the species of *Sargassaceae* were examined by the date based on the surveys of the distribution and abundance of seaweeds in the Seto Inland Sea and its adjacent waters. There surveys were performed by the Nansei Regional Fisheries Research Laboratry and Prefectual Fisheries Experimental Stations facing to the Seto Inland Sea and its adjacent waters to investigate the seaforests of coastal waters during 1976 through 1977.

Results obtained may be summarized as follows.

1) Twenty nine species of *Sargassaceae* were recognized in the surveys.
2) The survey areas were divided into 14 districts and the percentages of occurrence of each species were examined for these districts. Subsequently, they were combined into 5 regions according to the similarity of occurrence. In the Seto Inland Sea proper, 4 associations were found. Each regions and associations were characterized by presence of particular combination of *Sargassaceae* algae.
3) Inspection of affinities for habitat selection between species of *Sargassaceae* algae in each region showed a tendency toward combination in 4 groups, the first group is consisted of five species, *Sargassum horneri*, *S. tortile*, *S. fulvellum*, *S. patens* and *S. serratifolium*, the second group of three species, *S. patens*, *S. serratifolium* and *S. hemiphyllum*, the third group of two species, *S. sagamianum* and *S. micracanthum* and the fourth group of two species, *S. tortile* and *S. micracanthum*.
4) With respect to the topography of habitat, the inner coastal type were represented by *Sargassum horneri*, *S. kjellamanianum*, *S. confusum*, *S. piluliferum* and *Cystophyllum sisymbrioides*, while the oceanic type by *S. sagamianum*, *S. nigrifolium*, *S. micracanthum*, *S. nipponicum*, *S. assimile*, *S. sandei*, *S. crispifolium*, *S. hyugaense*, *S. plagiophyllum*, *S. patens*, *S. serratifolium*, *S. giganteifolium*, *S. tortile*, *S. ringgoldianum*, *S. hemiphyllum* and *Hizikia fusiforme*.

ホンダワラ科の藻類からなる藻場（通称，ガラモ場）はメバル，アイナメ，クジメなどの産卵場や幼稚魚の生育場となっており，またスズキ，タイ類，ベラ類など一時的に来遊するものの摂餌場ともなっている。また，藻体自体はサザエ，ウニなどの餌料となり，さらに流れ藻ともなって，ブリ，サンマ，メバル，カサゴなどの稚仔魚に生育場を与えている。

このようにホンダワラ類藻場は沿岸水産資源の涵養に重要な役割をもっている。200海里漁業専管時代を

1979年10月16日受理，南西海区水産研究所業績　第93号

迎え，我が国の水産業は沿岸漁業の振興により，その生産量の増大をはかる必要に迫まられている。この時期に当り，藻場は沿岸水産資源の生産の場として注目され，新しい生産の場の環境作りとして藻場造成の必要性がたかまりつつあるが，この藻場造成の技術を確立し，藻場造成の効果をたかめるためには，まず，藻場を構成する藻類の分布ならびに生態を明らかにしておく必要がある。

我が国の沿岸に生育するホンダワラ科藻類に関しては，Yendo[1]，山田[2,3,4]の研究があり，また岡村[5]も詳しく記述しているが，分布に関しては谷口[6]も我が国沿岸の海藻群落の研究のなかで記述している。また瀬戸内海の部分的な海域における分布に関する研究は数多いが，瀬戸内海全域を通じてのホンダワラ科藻類の分布をとりまとめたものは稲場[7]の研究のなかにあり，また分布の特性について検討したものには佐々田ら[8]の研究がある。しかし，これらの研究に用いられた資料の採集地点は一部の海域に偏っていたきらいがあり，また調査時期も古く，それらの結果は瀬戸内海および周辺海域におけるホンダワラ科藻類の分布の現状とその特性を示すには必ずしも十分とは言えない。

今回，1976～77年に水産庁による沿岸海域藻場調査（国土庁による国土計画基礎調査の一環として国土庁より水産庁へ移管）が実施され，南西海区水産研究所ならびに関係府県の水産関係諸機関によって，瀬戸内海，九州東南部，四国南部，紀伊半島西南部の総延長約8,500 kmの沿岸域の藻場および干潟の分布，184地点における海藻群落の垂直断面分布および藻場の植生種類について調査が行われた。この調査のうち，海藻群落垂直断面分布および藻場植生種類を調査した潜水坪刈調査地点はかなり均等に各府県の沿岸に配分，設置され，また外海域にも及んだので，この調査で得られたホンダワラ科藻類の分布に関する資料は瀬戸内海およびその周辺海域のそれらの分布の現状と特性を検討するのに適したものと考えられる。筆者は，この資料を用い，瀬戸内海およびその周辺海域におけるホンダワラ科藻類の一般的な分布傾向をみるとともに，類似度指数による数量的解析から調査海域における群集の区分を行い，海洋環境との対応関係を検討したので，ここに報告する。

本文に入るに先だって，沿岸藻場調査の藻場干潟分布調査にあたり，多くの困難を克服して，これを実施し貴重な資料を提供して下さった和歌山県，大阪府，兵庫県，岡山県，広島県，山口県，福岡県，大分県，宮崎県，鹿児島県，愛媛県，香川県，徳島県，高知県の水産関係諸機関の各位ならびにこの調査を企画，指導され，また資料の整理にあたられた南西水研内海資源部長倉田博博士に深く敬意と感謝の意を表します。また本稿について，懇篤なる指導と校閲の労をとられた南西水研所長桑谷幸正博士に謝意を表します。

調　査　方　法

資料は瀬戸内海関係府県の水産試験場その他の関係機関が昭和51，52年度沿岸海域藻場調査の一環として実施した藻場干潟分布調査の潜水坪刈調査の結果を用いた。

上記の調査では各府県が地形，海象，海藻群落特性等により，調査海域を区分し，Fig. 1 に示す地点において，海岸線に対してほぼ垂直方向に潮間帯から海藻生育帯外縁までの調査線を設定し，年2回(春～秋)調査線に沿って潜水目視観察し，また必要に応じて海藻を採取して，植生種類，被度および底質類型を調べた。また，調査線の上部および下部水深帯に各1点を選定し，50×50cmの枠を用いて，枠内に生育しているすべての海藻を採取し，種の同定および湿重量を測定した。

これらの調査結果は，それぞれ「海藻群落垂直断面分布図」，「藻場植生種類表」としてとりまとめられたが，その概要は「沿岸海域藻場調査，瀬戸内海関係海域藻場分布調査報告—藻場の分布—」の中に報告されている[9]。

この調査結果について，ホンダワラ科藻類の各種類毎に，それらが出現（採集あるいは観察された）した調査地点を抽出し，瀬戸内海関係海域全域および各海域区分毎（区分は後述）に，ホンダワラ科藻類出現調査地点総数に対する各種類毎の出現調査地点数の比率あるいは2種類が共通して出現した調査地点数の各種類の出現調査地点数に対する比率などを計算し，瀬戸内海関係海域におけるホンダワラ科藻類の分布につい

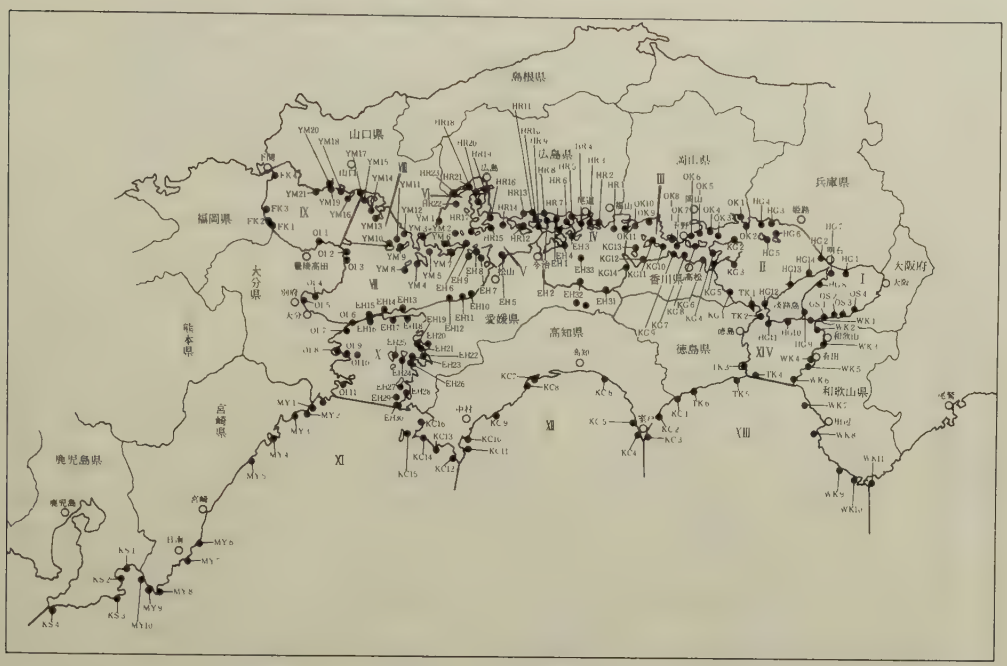


Fig. 1. Sampling stations and division of the Seto Inland Sea and its environs into districts.

て検討した。

調査結果および考察

1. 出現種類および出現調査地点

上記の調査において出現したホンダワラ科藻類の種類名およびそれらが出現した調査地点をTable 1に示した。出現した種類数は全域で29種，海洋学，地理学でいう瀬戸内海で16種，これに紀伊水道域およびその外海域を加えた海域で17種となっている。

これら種類数は，それぞれ稲葉[5]による瀬戸内海の生物相に関するとりまとめで報告された21種に比して5種少なく，また佐々田ら[6]の紀伊水道域およびその外海域を含めた瀬戸内海域におけるホンダワラ科藻類の分布について報告された32種，2変種，4品種に比して15種，2変種，4品種少ないことになる。上記の既往資料に記載されていて，今回の調査には出現しなかった種類は稲葉の報告との比較ではホソバモク，コブクロモク，フタエモク，ススキモク，タマナシモク，ナノリソ，スギモクであり，新たに出現した種類はホンダワラ，ナラサモである。また，佐々田らの報告との比較で，出現しなかった種類はタツクリ，カラクサモク，トサモク，ナノリソ，タマナシモク，ススキモク，ツクシモク，フタエモク，トサカモク，ナンカイモク，コブクロモク，ホソバモク，スギモク，*Sargassum obtusifolium* Ag. およびヒジキの一品種，キレバノマメタワラ，ヤツマタモクの一変種，クソタレモク，フシスジモク，オオトラノオなどである。

このように，今回の調査において出現した種類数が既往資料に比較して少なかったことは，前述のごとく調査が調査線を定め，かつ年2回行われたのみで，特にホンダワラ科藻類の分布を知るために，全沿岸域を長期にわたって探索したものでないことが大きな原因と考えられ，また観察・採集された種類のうちでも変種，品種を含むものについては，特にこれを分類しなかったことも一つの原因としてあげられる。

Table 1. Stations where the species of *Sargassaceae* algae were sampled.

Species			Collectiong station's Number
Cystophylum sisymbrioides J. Ag.		ジョロモク	EH32, EH33, YM7, OI 2, YM9, YM10
C.	*turneri* Yendo	ヒエモク	EH 9, EH10, EH11, EH12, EH17, EH18
Hizikia fusiforme (Harv.) Okam.		ヒジキ	WK 4, WK 2, WK 1, EH33, HR 5, EH 4, HR12, HR14, HR20, HR22, YM 1, YM 2, YM 6, YM 4, YM 7, EH12, YM 9, YM13, YM14, YM15, TK 6, WK 8, WK 9
Sargassum piluliferum C. Ag.		マメタワラ	KG 1, OK 1, KG11, KG14, EH 3, YM 6, EH 8, EH 9, EH10, OI 4, YM5, YM9, OI 6, OI 8, WK7, WK11
S.	*tosaense* Yendo	タツクリ	EH17
S.	*patens* C. Ag.	ヤツマタモク	HG 6, HR 1, HR 7, HR 9, HR16, HR17, HR22, YM 2, YM 6, EH10, EH11, EH13, OI 5, YM10, YM11, OI 6, OI 7, OI 9, EH17, EH18, EH19, EH20, MY 2, MY 3, MY 4, MY 9, KS 1
S.	*horneri* (Turn.) C. Ag.	アカモク	WK 4, HG 7, HG 8, HG 5, HG 6, HG12, HG13, TK 1, KG 1, KG 2, KG 3, OK 2, OK 3, OK 7, KG 4, KG 9, KG10, KG11, KG13, OK11, HR 1, EH31, EH32, EH33, HR 5, HR 6, HR 7, EH 4, HR 8, HR 9, HR10, HR11, HR12, HR15, HR16, HR17, HR22, YM 1, YM 2, YM 6, EH 6, YM 4, YM 7, YM 8, EH 7, EH11, EH12, EH15, OI 4, YM 5, YM 9, YM10, YM11, YM13, YM14, YM15, YM16, YM18, YM21, OI 1, FK 2, OI 6, OI 7, OI 8, OI 11, EH20, EH23, EH24, WK 8, WK 9, WK11
S.	*filicinum* Hrav.	シダモク	OI 6, OI 7, OI 8, OI 9, OI 13
S.	*serratifolium* C. Ag.	ノコギリモク	WK 4, WK 1, HG 6, OK 3, OK 9, EH31, EH33, EH 3, YM 4, EH10, EH15, YM10, YM11, YM13, OI 6, OI 11, EH17, EH18, EH19, EH21, EH23, EH24, EH26, KC 4, WK 7, WK 8, WK 9, WK10
S.	*giganteifolium* Yamada	オオバノコギリモク	OI 9, EH19, EH20, EH22, EH23, EH24, MY 5
S.	*tortile* C. Ag.	ヨレモク	OK 3, OK 7, HR 1, HR 6, HR 7, HR11, HR16, HR17, HR21, YM 2, YM 7, YM 8, EH10, OI 2, YM10, YM11, OI 6, OI 7, OI 8, EH17, EH18, EH24, KC 6, KC 2, WK 7, WK 9
S.	*fulvellum* C. Ag.	ホンダワラ	HG11, OS 1, OK 2, OK 9, HR 1, EH33, HR 7, HR 8, HR 9, HR10, HR14, HR16, HR17, HR21, HR23, YM 1, YM 2, YM 6, EH 6, YM 7, YM 8, EH 8, EH 9, YM 3, YM 5, YM 9, YM10, YM11, YM12, YM13, YM14, YM15, YM16, YM17, YM18, OI 6, OI 8, OI 9, EH19, EH22, MY 1, MY 2, MY 3, MY 4, MY 8, MY 9, MY10
S.	*ringgoldianum* Harv.	オオバモク	HG10, EH15, OI 7, OI 10, MY 5, TK 5, WK 9
S.	*sagamianum* Yendo	ネジモク	WK 4, TK 2, EH22, EH24, MY 1, KC 4, KC 5, KC 6, KC 8, KC 9, KC10, KC 2, KC 3, WK 9
S.	*kjellmanianum* Yendo	ハハキモク	OK 3, OK 5, OK 6, OK 7, OK 8, OK10, KG 8, OK11, EH 5, EH 6, OI 4, YM14, YM15, FK 2
S.	*thunbergii* (Mert.) O. Kuntze	ウミトラノオ	WK 5, KG 2, KG 3, OK 2, OK10, KG12, KG14, HR 1, EH31, EH32, HR 5, EH 3, HR 8, HR12, HR17, HR22, OI 2, OI 4
S.	*confusum* C. Ag.	フシスジモク	YM14, YM15, KS 1
S.	*hemiphyllum* C. Ag.	イソモク	WK 6, WK 4, WK 1, OI 4, YM 5, OI 11, YM 2, MY 3, KS 1, KS 4, WK 7, WK 8, WK 9, WK10, WK11
S.	*nigrifolium* Yendo	ナラサモ	OS 1, KC 9
S.	*micracanthum* (Kütz) Yendo	トゲモク	YM 7, YM 8, OI 2, YM 5, YM 9, YM11, YM13, YM15, OI 6, OI 7, OI 8, OI 10, OI 11, EH24, KC13, KC15, KC 4, KC 5, KC 6, KC 9, KC10, KC11, KC 1, KC 2, WK 7
S.	*nipponicum* Yendo	タマナシモク	KC12, KC13
S.	*duplicatum* J. Ag.	フタエモク	MY 6, MY 7, KS 1, WK 9, WK10, WK11
S.	*assimile* Harv.	ツクシモク	KS 1
S.	*yendoi* Okamura *et* Yamada	エンドウモク	YM 9
S.	*sandei* Red.	ナンカイモク	KS 1
S.	*crispifolium* Yamada	コブクロモク	KS 1, WK10, WK11
S.	*hyugaense* Yamada	ヒュウガモク	KS 1
S.	*plagiophyllum* C. Ag.	ヘラモク	KS 1
S.	*angustifolium* J. Ag.	ホソバモク	OK 8
S.	*spp.*	不明種	HG 8, HG 9, HG 3, HG14, EH 1, HR16, YM 7, EH15, EH16, KS 1

Table 2. Number and percentage occurrence of species of *Sargassaceae* algae at each stations and division of the Seto Inland Sea and its environs into districts.

Values in parenthesis indicate percentage of stations where each species were found to total number of stations surveyed within a district.

Species \ Districts	I Ōsaka Bay	II Harima Nada	III Bisan Stait	IV Hiuchi & Bingo Nada	V Aki Nada	VI Hiroshima Bay	VII Iyo Nada	VIII Eastern area of Suho Nada	IX Western area of Suhō Nada	X Bungo Channel	XI Outer area of Bungo Chan.	XII Southern Coast of Shikoku	XIII Outer area of Kii Chan.	XIV Kii Channel	Total
Cystophylum sisymbriodes	0	0	0	2(16.7)	0	0	3(18.8)	2(28.6)	0	0	0	0	0	0	7
C. turneri	0	0	0	0	0	0	4(25.0)	0	0	2(11.8)	0	0	0	0	6
Hizikia fusiforme	0	0	0	3(25.0)	2(16.7)	5(71.4)	3(18.8)	3(42.9)	1(16.7)	0	0	0	3(30.0)	3(37.5)	23
Sargassum piluliferum	0	2(15.4)	1(7.7)	2(16.7)	0	1(14.3)	5(31.3)	1(14.3)	0	2(11.8)	0	0	2(20.0)	0	16
S. tosaense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(5.9)	0	0	0	0	1
S. patens	0	1(7.7)	0	2(16.7)	3(25.0)	3(42.9)	4(25.0)	2(28.6)	0	8(47.1)	5(33.3)	0	0	0	28
S. horneri	2(50.0)	10(76.9)	6(46.2)	9(75.0)	8(66.7)	5(71.4)	9(56.3)	6(85.7)	5(83.3)	6(35.3)	0	0	3(30.0)	1(12.5)	70
S. filicinum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5(29.4)	0	0	0	2(25.0)	5
S. serratifolium	0	2(15.4)	1(7.7)	3(25.0)	0	0	3(18.8)	3(42.9)	0	9(52.9)	0	1(14.3)	4(40.0)	0	28
S. giganteifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6(35.3)	1(6.7)	0	0	0	7
S. tortile	0	1(7.7)	1(7.7)	4(33.3)	3(25.0)	2(28.6)	4(25.0)	2(28.6)	0	6(35.3)	0	1(14.3)	3(30.0)	1(12.5)	27
S. fulvellum	1(25.0)	1(7.7)	1(7.7)	3(25.0)	6(50.0)	6(85.7)	6(37.5)	7(100)	3(50.0)	5(29.4)	7(46.7)	0	0	1(12.5)	47
S. ringgoldianum	0	0	0	0	0	0	1(6.3)	0	0	2(11.8)	1(6.7)	0	3(30.0)	2(25.0)	8
S. sagamianum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3(17.6)	1(6.7)	6(85.7)	3(30.0)	0	15
S. kjellmanianum	0	1(7.7)	6(46.2)	1(8.3)	2(16.7)	0	1(6.3)	2(28.6)	1(16.7)	0	0	0	0	1(12.5)	14
S. thunbergii	0	3(23.1)	2(15.4)	6(50.0)	3(25.0)	1(14.3)	2(12.5)	2(28.6)	0	0	1(6.7)	0	0	0	21
S. confusum	0	0	0	2(16.7)	3(25.0)	0	1(6.3)	1(14.3)	0	2(11.8)	0	0	1(10.0)	3(37.5)	10
S. hemiphyllum	0	0	0	0	0	0	2(12.5)	0	0	1(5.9)	4(26.7)	0	5(50.0)	0	15
S. nigrifolium	1(25.0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(14.3)	0	0	2
S. micracanthum	0	0	0	0	0	0	4(25.0)	4(57.1)	0	6(35.3)	2(13.3)	6(85.7)	3(30.0)	0	25
S. nipponicum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2(13.3)	0	0	0	2
S. duplicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3(20.0)	0	3(30.0)	0	6
S. assimile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(6.7)	0	0	0	1
S. yendoi	0	0	0	0	0	0	0	1(14.3)	0	0	0	0	0	0	1
S. sandei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(6.7)	0	0	0	1
S. crispifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(6.7)	0	0	0	1
S. hyugaense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(6.7)	0	0	0	1
S. plagiophyllum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1(6.7)	0	0	0	1
S. angustifolium	0	0	1(7.7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
S. spp.	2(50)	2(15)	0	1(8.3)	1(8.3)	0	2(12.5)	0	0	1(5.9)	1(6.7)	0	0	0	10
Total number of stations collected *Sargassacea* algae in the district	4	13	13	12	12	7	16	7	6	17	15	7	10	8	147

しかしながら，出現しなかった種類のうちには既往資料と同一範囲の海域では出現していなくても，他の関連海域では出現しているものもあり（タマナシモク，フタエモク，ナンカイモク，コブクロモクは豊後水道外海域では出現しているなど），今回の調査結果は瀬戸内海関連海域のホンダワラ科藻類の分布を検討するには必らずしも不十分であるとは考えられない。また，出現しなかった種類の大部分は既往資料でみても分布域は狭く（採集された地点数が少なく），また生育量も少ないとみられるので，藻場の分布という観点から見ればそれらは重要種とは考えられない。

2. 出現率

村上[10]は，瀬戸内海域を地形や水の動きから，外洋からの遷移域としての豊後，紀伊の2水道（響灘を除く），播磨・伊予，周防の3灘，大阪，広島，別府の3つの二次湾，安芸，備後瀬戸の両水路及び中央部の備後・燧の両灘に分け，それぞれの海域の海洋学的特性について述べている。瀬戸内海およびその周辺海域におけるホンダワラ科藻類の分布特性（出現率）を検討するに当っては，各海域の環境特性との関連性を考慮する必要があるので，瀬戸内海域は村上による区分を基本とし，別府湾は二次湾としては外洋性が強いとされているので豊後水道に含め，また周防灘は，その東部は豊後水道系の外洋性の水の影響が大きく，西部は響灘からの影響はあるが，東部とは性格を異にするとみられるので，これを東西に二分し，また燧・備後の両灘は性格が似ているので，これらを一つとし，さらに内海の周辺海域を豊後，紀伊の両水道の外海域と四国南岸域に分け，Fig. 1 に示すごとく，14の海域に区分して，まず，それぞれの海域におけるホンダワラ科藻類の分布特性について検討した。

Table 2 に各海域毎の各種毎のホンダワラ科藻類が採集された調査地点数およびそれらの出現率を示した。出現率は佐々田ら[8]が用いたと同様で，各海域においてホンダワラ科藻類が採集された調査地点総数に対する各種毎の藻類が採集された調査地点数の比率を百分率で示した。

Table 2 に示したごとく，両水道域を除く瀬戸内海域では，アカモクが採集された地点数が多く，周防灘東部域および広島湾（ここらでは第1位はホンダワラ）を除いて，いずれの海域でも出現率は第1位となっている。しかしながら，第2，3位は各海域で異なり，大阪湾ではホンダワラ，ナラサモ，播磨灘ではウミトラノオ，ノコギリモク，備讃瀬戸ではハハキモク，ウミトラノオ，燧，備後灘ではウミトラノオ，ヨレモク，安芸灘では，ホンダワラ，ヤツマタモク（同じ第3位にヨレモク，ウミトラノオ，フシスジモク），広島湾ではアカモク，ヒジキ，伊予灘ではホンダワラ，マメタワラ，周防灘東部域ではアカモク，トゲモク，西部域ではホンダワラ，ヒジキ（ハハキモク）となっている。またその他の海域における出現率の順位は豊後水道域ではノコギリモク，ヤツマタモク，アカモク（オオバノコギリモク，ヨレモク），豊後水道外海域ではホンダワラ，ヤツマタモク，イソモク，四国南岸域ではネジモク，トゲモク，ノコギリモク（ヨレモク，ナラサモ），紀伊水道外海域ではイソモク，ノコギリモク，ヒジキ（アカモク，ヨレモク，オオバモク，ネジモク，トゲモク，フタエモク），紀伊水道域ではイソモク，ヒジキ，ノコギリモクとなっている。

このように各海域によって，ホンダワラ科藻類の分布特性は各海域間で似かよった面もあれば，異なる面もあるので，次に瀬戸内海およびその周辺海域のホンダワラ科藻類について，2海域間の群集の類似性の程度を示す類似度指数として木元[11]の Cπ 指数を用い，群集の区分を数量的に扱うことを試みた。Table 2 をもとにして Cπ 指数を計算し，類似マトリックスの形で示したのが Table 3 である。さらに Table 3 をわかりやすくするために Mountford 法による平均連結法によって作成した dendrogram を Fig. 2 に示した。

Fig. 2 からホンダワラ科藻類の群集区分を海域としてみた場合には，四国南岸域は最も独立性が高く，また瀬戸内海域（水道域を除く）と両水道域および両水道外海域とではかなり異なった群集構造をしていることがわかる。また，両水道およびその外海域の中では，豊後水道外海域は独立性が高く，紀伊水道域と紀伊水道外海域では一つの群を形成している。また瀬戸内海域の中では周防灘西部域が内海東部の各海域と一つの群を形成している点に矛盾はあるが，ほぼ内海東部と中西部がそれぞれの群を形成している。周防灘西

Table 3. Initial trellis diagram using Kimoto's Cπ index of similarity.

Districts	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
I		0.770	0.571	0.563	0.685	0.615	0.496	0.545	0.884	0.236	0.224	0.047	0.191	0.203
II			0.784	0.816	0.753	0.587	0.638	0.599	0.811	0.413	0.115	0.031	0.347	0.286
III				0.676	0.685	0.452	0.528	0.569	0.703	0.304	0.088	0.025	0.265	0.219
IV					0.872	0.734	0.814	0.798	0.641	0.556	0.258	0.055	0.471	0.451
V						0.859	0.763	0.831	0.759	0.526	0.457	0.027	0.326	0.350
VI							0.732	0.804	0.758	0.475	0.518	0.022	0.344	0.488
VII								0.877	0.572	0.519	0.478	0.188	0.588	0.440
VIII									0.663	0.672	0.538	0.243	0.482	0.453
IX										0.313	0.277	0.000	0.238	0.306
X											0.492	0.340	0.580	0.368
XI												0.168	0.364	0.386
XII													0.401	0.274
XIII														0.752
XIV														

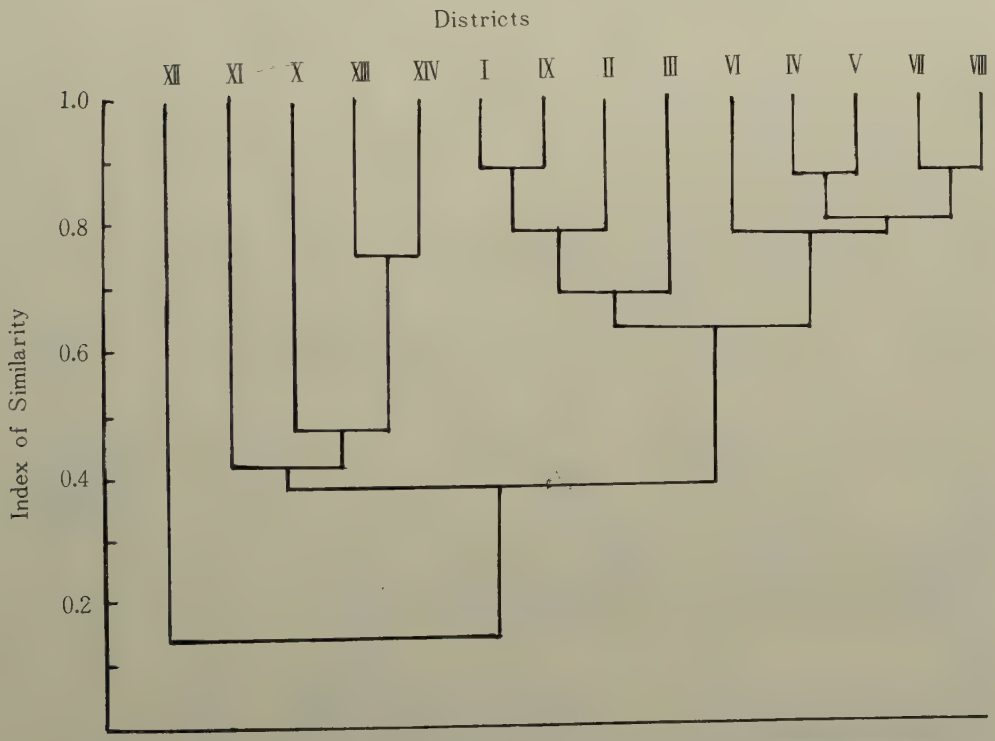


Fig. 2. Dendrogram according to Kimoto's Cπ index and average-linkage method.

部域が内海東部の海域と同じ群を形成した原因は，大阪湾，周防灘西部域ともにホンダワラ科藻類が採集された調査地点数が少なく，またその種類数も少ないうえに，共通する種類の割合が高いので，類似度が高くなったためで，Table 3 に示されるように周防灘西部域と内海西部の各海域，特に安芸灘や広島湾との類似度指数も高いので，周防灘西部域は内海東部の海域と同じ群を形成しているとみなくてもよいと考えられる。また，内海東部のなかでは備讃瀬戸もかなり独立性があるとみられる。

ここで一つのまとまったホンダワラ科藻類の群集とみなすことができる C_{II} 値は最低どの程度であるかは問題であるが，仮に C_{II} 指数 0.500 を基準としてみると，**A**：瀬戸内海域，**B**：紀伊水道およびその外海域，**C**：豊後水道域，**D**：豊後水道外海域，**E**：四国南岸域の5群集区に分けられる。

この群集区分は水温，塩分，栄養塩濃度などによって示される海洋性状による海域区分とかなりよい一致をみせる。即ち豊後水道外海域は黒潮本流の影響をかなり強く受け，もっとも外洋的および暖海的性格の強い海域，四国南岸域は豊後水道外海域に似るが，その性格がやや弱い海域，豊後水道域，紀伊水道およびその外海域は外洋から内湾への遷移域でかなり外洋性が強い海域，瀬戸内海域は内湾性をもつ海域とみられ，それぞれ，これらの海域区分に応じたホンダワラ科藻類の群集区分がみられると考えられる。

この群集（海域）区のホンダワラ科藻類からみた特徴をみるために，各区におけるホンダワラ科藻類の出現率を求めたが，その結果を Table 4 に示した。この Table において出現率として R_1 には各区におけるホンダワラ科藻類が出現した調査地点総数に対する各種が出現した調査地点数の百分率を，R_2 にはそれぞれの種が出現した全域の調査地点数に対する各区の調査地点の百分率を示した。また R_3 には各区の調査地点数を同数にしたときの出現度指数（全調査地点で出現した時を 100 とした場合）を示した。

瀬戸内海域(A)は90調査地点でホンダワラ科藻類が採集されているが，その70%近くの地点でアカモクが出現しており，次いでホンダワラの出現率が高く，ヨレモク，ウミトラノオ，ヒジキ，ヤツマタモク，ハハキモクなどの出現も多い。他区との比較でみると，アカモクとウミトラノオの出現が多く，また，ジョロモク，ハハキモク，エンドウモク，ホソバモクはこの区のみで出現しているのが特徴的である。

紀伊水道およびその外海域(B)は18調査地点のうち，出現率のもっとも高いのはイソモクであり，ヒジキ，ノコギリモクがこれに次ぎ，ネジモク，オオバモク，アカモクの出現も多い。他区との比較ではヒジキ，イソモク，オオバモクの出現が多いのが特徴的である。

豊後水道域(C)，豊後水道外海域(D)，四国南岸域(E)におけるホンダワラ科藻類の出現率の順位については既に述べたが，それぞれ他区との比較では，豊後水道域(C)ではヒエモク，オオバノコギリモク，ノコギリモク，ヤツマタモク，フシスジモクの出現が多く，またタツクリ，シダモクがこの区にのみ出現していること，豊後水道外海域(D)ではフタエモクの出現が多く，またタマナシモク，ツクシモク，ナンカイモク，コブクロモク，ヒユウガモク，ヘラモクはこの区のみに出現していること，四国南岸域(E)ではネジモク，トゲモクの出現が多いことなどが，それぞれの区の特徴としてあげられる。

以上のことを出現地点数の比較的多い主な種について言いかえてみると，ヒジキは瀬戸内海域で多くの地点で出現するが，出現頻度は紀伊水道およびその外海域で高い。マメタワラは瀬戸内海域，紀伊水道およびその外海域，豊後水道域でほぼ同程度の頻度で出現するが，瀬戸内海域でやや高い。ヤツマタモクは豊後水道域でもっとも出現頻度が高く，豊後水道外海域がこれにつぎ，瀬戸内海域ではやや低い。アカモクは瀬戸内海域で出現頻度がもっとも高く，ついで豊後水道域，紀伊水道およびその外海域となっている。ノコギリモクは豊後水道域で出現頻度がもっとも高く，紀伊水道およびその外海域がこれに次ぎ，瀬戸内海域，四国南岸域では低い。オオバノコギリモクは豊後水道域で多く出現し，豊後水道外海域にも出現するが他の海域では出現していない。ヨレモクは豊後水道域で出現頻度がもっとも高いが，瀬戸内海域，紀伊水道およびその外海域，四国南岸域ではやや低い。しかし，瀬戸内海域では出現した調査地点数は多い。ホンダワラは豊後水道外海域で出現頻度はもっとも高いが，瀬戸内海域でも出現地点数は多く，出現頻度もかなり高く，また豊後水道域でも出現頻度は低くはない。オオバモクは紀伊水道およびその外海域で出現頻度がもっとも高

Table 4. Percentage occurrence of each species of *Sargassaceae* algae in each region classified by CII index of similarity.

R_1: Percentage number of station where the particular species were found against the total number of stations surveyed within each region.

R_2: Percentage number of station where the particular species were found within respective district against those within the whole survey area.

R_3: Value of R_2 assuming the same number of survey stations within each region.

	R_1					R_2					R_3				
regions / districts / Species	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
	I,II,III,IV, V,VI,VII, VIII,IX	XIII, XIV	X	XI	XII	I,II,III,IV, V,VI,VII, VIII,IX	XIII, XIV	X	XI	XII	I,II,III,IV, V,VI,VII, VIII,IX	XIII, XIV	X	XI	XII
Cystophylum sisymbriodes	7.8	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
C. turneri	4.4	0	11.8	0	0	66.7	0	33.3	0	0	27.2	0	72.8	0	0
Hizikia fusiforme	18.9	33.3	0	0	0	73.9	26.1	0	0	0	36.2	63.8	0	0	0
Sargassum piluliferum	13.3	11.1	11.8	0	0	75.0	12.5	12.5	0	0	36.7	30.7	32.6	0	0
S. tosaense	0	0	5.9	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0
S. patens	16.7	0	47.1	33.3	0	53.6	0	28.6	17.9	0	17.2	0	48.5	34.3	0
S. horneri	66.7	22.2	35.3	0	0	85.7	5.7	8.6	0	0	53.7	17.9	28.4	0	0
S. filicinum	0	0	29.4	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0
S. serratifolium	13.3	33.3	52.9	0	14.3	42.9	21.4	32.1	0	3.6	11.7	29.3	46.5	0	12.6
S. giganteifolium	0	0	35.3	6.7	0	0	0	85.7	14.3	0	0	0	34.0	16.0	0
S. tortile	18.9	16.7	35.3	0	14.3	63.0	11.1	22.2	0	3.7	22.2	19.6	41.4	0	16.8
S. fulvellum	37.8	5.6	29.4	46.7	0	72.3	2.1	10.6	14.9	0	31.6	4.7	24.6	39.1	0
S. ringgoldianum	1.1	22.2	11.8	6.7	0	12.5	50.0	25.0	12.5	0	2.6	53.1	28.2	16.0	0
S. sagamianum	0	27.8	17.6	6.7	85.7	0	33.3	20.0	6.7	40.0	0	20.2	12.8	4.9	62.2
S. kjellmanianum	15.6	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
S. thunbergii	21.1	5.6	0	6.7	0	90.5	4.8	0	4.8	0	63.2	16.8	0	20.1	0
S. confusum	7.8	5.6	11.8	0	0	70.0	10.0	20.0	0	0	31.0	22.2	46.8	0	0
S. hemiphyllum	2.2	44.4	5.9	26.7	0	13.3	53.3	6.7	26.7	0	2.8	56.1	7.4	33.7	0
S. nigrifolium	1.1	0	0	0	14.3	50.0	0	0	0	50.0	7.1	0	0	0	92.9
S. micracanthum	8.9	16.7	35.3	13.3	85.7	32.0	20.0	24.0	8.0	24.0	5.6	10.4	22.1	8.3	53.6
S. nipponicum	0	0	0	13.3	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
S. duplicatum	0	16.7	0	20.0	0	0	50.0	0	50.0	0	0	45.5	0	55.5	0
S. assimile	1.1	0	0	6.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
S. yendoi	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
S. sandei	0	0	0	6.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
S. crispifolium	0	0	0	6.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
S. hyugaense	0	0	0	6.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
S. plagiophyllum	0	0	0	6.7	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0
S. angustifolium	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Total number of stations collected *Sargassaceae* algae in the rigion	90	18	17	15	7	90	18	17	15	7					

Table 5. Percentage occurrence of each species of *Sargassaceae* algae in each association of the Seto Inland Sea grouped according to the C_{Π} index similarity.

Definitions of R_1, R_2 and R_3 are similar to those in Table 4.

	R_1				R_2				R_3			
Rigions / Districts / Species	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
	I, II	III	IV, V, VII, VIII	V, IX	I, II	III	IV, V, VII, VIII	V, IX	I, II	III	IV, V, VII, VIII	V, IX
Cystophylum sisymbrioides	0	0	14.9	0	0	0	100	0	0	0	100	0
C. turneri	0	0	8.5	0	0	0	100	0	0	0	100	0
Hizikia fusifome	0	0	23.4	46.2	0	0	64.7	35.3	0	0	33.6	66.4
Sargassum piluliferum	11.8	7.7	17.0	7.7	15.4	7.7	61.5	7.7	26.7	17.4	38.5	17.4
S. tosaense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. patens	5.9	0	23.4	23.1	6.7	0	73.3	20.0	11.3	0	44.7	44.1
S. horneri	70.6	46.2	68.1	76.9	50.0	10.0	53.3	16.7	27.0	17.6	26.0	29.4
S. filicinum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. serratifolium	11.8	7.7	19.1	0	16.7	8.3	75.0	0	30.6	19.9	49.5	0
S. giganteifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. tortile	5.9	7.7	27.7	15.4	5.9	5.9	76.5	11.8	10.4	13.6	48.9	27.2
S. fulvellum	11.8	7.7	46.8	69.2	5.9	2.9	64.7	26.5	8.7	5.7	34.5	51.1
S. ringgoldianum	0	0	2.1	0	0	0	100	0	0	0	100	0
S. sagamianum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. kjellmanianum	5.9	46.2	12.8	7.7	7.1	42.9	42.9	7.1	8.1	63.6	17.6	10.6
S. thunbergii	17.6	15.4	27.7	7.7	15.8	10.5	68.4	5.3	25.7	22.5	40.5	11.3
S. confusum	0	0	14.9	0	0	0	100	0	0	0	100	0
S. hemiphyllum	0	0	4.3	0	0	0	100	0	0	0	100	0
S. nigrifolium	5.9	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
S. micracanthum	0	0	17.0	0	0	0	100	0	0	0	100	0
S. nipponicum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. duplicatum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. assimile	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. yendoi	0	0	2.1	0	0	0	100	0	0	0	100	0
S. sandei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. crispifolium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. hyugaense	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. plagiophyllum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. angustifolium	0	7.7	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0
Total number of stations collected *Sargassaceae* algae in the rigion	17	13	47	13	17	13	47	13				

いが，豊後水道域がこれに次ぎ，豊後水道外海域ではやや低い。ネジモクは四国南岸域で出現頻度はもっとも高く，紀伊水道およびその外海域がこれに次ぎ，豊後水道域やその外海域では低い。ハハキモクは瀬戸内海域のみで出現している。ウミトラノオは瀬戸内海域で出現頻度がもっとも高く，紀伊水道およびその外海域や豊後水道域にも出現している。イソモクは紀伊水道およびその外海域で出現頻度が高く，豊後水道外海域がこれに次ぐが，豊後水道域や瀬戸内海域にも僅かながら出現している。トゲモクは四国南岸域でもっとも出現頻度が高く，豊後水道域がこれに次ぎ，紀伊水道およびその外海域，豊後水道外海域，瀬戸内海域では出現頻度は低い。

次に，瀬戸内海域のみについて群集区分の Cπ 指数の最低基準をあげてみると，先にも述べたように，a：大阪湾，播磨灘，b：備讃瀬戸，c：燧・備後灘，安芸灘，伊予灘，周防灘東部域，d：広島湾，周防灘西部域の4群集区に細分できる。これら小群集区のホンダワラ科藻類からみた特徴をみるために，これら小区毎に各種別の出現率を求めたのが Table 5 である。

大阪湾，播磨灘(a)は17調査地点のうち，出現率のもっとも高いのはアカモクであり，ウミトラノオがこれに次ぐ。他区との比較ではノコギリモク，アカモク，ホンダワラ，ウミトラノオなどの出現率が高いこととナラサモがこの区にのみ出現していることが特徴的である。備讃瀬戸(b)での出現率の順位については既述したが，他区との比較ではハハキモクの出現率が高く，ウミトラノオ，ノコギリモクの出現もかなり多いことおよびアカモクの出現率がやや低いこと，またホソバモクがこの区にのみ出現していることなどが特徴的である。燧・備後灘，安芸灘，伊予灘および周防灘東部域(c)では，47調査地点のうち，出現率のもっとも高いのはアカモクであり，これにホンダワラ，ウミトラノオ，ヨレモク，ヒジキ，ヤツマタモクなどが次いでいる。他区との比較では，ノコギリモク，ヨレモク，ヤツマタモク，ウミトラノオ，マメタワラなどの出現率が高く，ヒジキ，ホンダワラの出現も多いこと，オオバモク，フシスジモク，イソモク，トゲモク，エンドウモクなどが瀬戸内海域ではこの区にのみ出現していることが特徴的である。広島湾，周防灘西部域(d)では，13調査地点のうち，アカモクの出現率がもっとも高く，ホンダワラ，ヒジキがこれに次いでいる。他区との比較ではヒジキ，ホンダワラの出現率が高く，ヤツマタモク，アカモク，ヨレモクなどの出現が多いことが特徴的である。

以上のことを出現地点数の比較的多い種について言いかえてみると，瀬戸内海域では，ヒジキはc，d区（内海の中西部）でのみ出現している。マメタワラはc，d区で多くの地点で出現するが，出現頻度としてはa，b区とc，d区で大差はない。ヤツマタモクは東部ではa区（播磨灘）の1地点で出現したのみで，出現率，出現頻度ともc，d区で高い。アカモクは各区とも多くの地点で出現しているが，出現頻度としてはb区でやや低い。ノコギリモクはd区では全く出現しないが，a，b区とc区ではほぼ同様の頻度で出現している。ヨレモクはa，b区でも僅かに出現するが，c，d区で多く出現している。ホンダワラもヨレモクと同様でc，d区での出現頻度が高い。ハハキモクは出現地点数はb区とc区で同じであるが，出現頻度はb区で高い。ウミトラノオは出現頻度はb区で高く，d区でやや低いが，全区で出現している。

3. 混生率

同一調査地点でいくつかのホンダワラ科藻類が出現した場合（調査線に沿っての観察および採集で出現した種も含めているので，坪刈調査で同一カデラートの中に出現したとは限らない）に混生しているとし，それぞれの種が出現した調査地点数に対する同一調査地点で他の種が出現した調査地点数の割合を混生率とし，これを全域および2の項で区分した各区（ただしB区とC区は併合した）毎に計算した結果を Table 6～10に示した。

混生率は各区によって同一種間でも異なるが，多くの種類でその傾向は各区を通じてかなり似通っている。

各種毎にそれらへの混生率の高い種についてみると次のごとくである。

Table 6. Percentage occurrence of other species mixed with the species of *Sargassaceae* algae in the whole survey area. Values are the percentage numbers of station where the other species (Species-2) were found together with the species (Species-1) of *Sargassaceae* algae.

Species-1 \ Species-2	*S. piluliferum*	*S. patens*	*S. horneri*	*S. serratifolium*	*S. giganteifolium*	*S. tortile*	*S. fulvellum*	*S. ringgoldianum*	*S. sagamianum*	*S. kjellmanianum*	*S. thunbergii*	*S. hemiphyllum*	*S. micracanthum*	*S. duplicatum*
S. piluliferum		18.8	56.3	18.8	0	31.3	43.8	6.3	0	6.2	12.5	25.0	31.3	6.3
S. patens	10.7		53.6	32.1	10.7	42.9	57.1	3.6	3.6	3.6	14.3	14.3	14.3	3.6
S. horneri	12.9	21.4		21.4	4.3	25.7	38.6	4.3	2.9	11.4	20.0	10.0	15.7	2.9
S. serratifolium	10.7	32.1	53.6		10.7	39.3	25.0	7.1	17.9	3.6	7.1	25.0	25.0	7.1
S. giganteifolium	0	42.9	42.9	42.9		14.3	42.9	4.3	42.9	0	0	0	14.3	0
S. tortile	18.5	44.4	66.7	40.7	3.7		44.4	11.1	14.8	7.4	14.8	11.8	40.7	3.7
S. fulvellum	14.9	34.0	57.4	14.9	6.4	25.5		0	6.4	6.4	12.8	6.3	19.1	0
S. ringgoldianum	12.5	12.5	37.5	25.0	12.5	37.5	0		12.5	0	0	25.0	37.5	12.5
S. sagamianum	0	6.7	13.3	33.3	20.0	26.7	20.0	6.7		0	0	13.3	46.7	6.7
S. kjellmanianum	7.1	7.1	57.1	7.1	0	14.3	21.4	0	0		28.6	7.1	3.6	0
S. thunbergii	9.5	19.0	20.0	9.5	0	19.0	28.6	0	0	19.0		0	9.5	16.7
S. hemiphyllum	26.7	26.7	46.7	46.7	0	13.3	20.0	6.7	13.3	6.7	0		20.0	26.7
S. micracanthum	20.0	16.0	44.0	28.0	4.0	44.0	36.0	12.0	28.0	4.0	8.0	12.0		0
S. duplicatum	16.7	16.7	33.3	33.3	0	16.7	0	16.7	16.7	0	6.3	66.7	0	

Table 7. Percentage occurrence of other species mixed with the species of *Sargassaceae* algae in the Region A.

Values are as in Table 6.

Species-1 \ Species-2	*S. piluliferum*	*S. patens*	*S. horneri*	*S. serratifolium*	*S. tortile*	*S. fulvellum*	*S. kjellmanianum*	*S. thunbergii*
S. piluliferum		16.7	66.7	16.7	33.3	41.7	8.3	16.7
S. patens	13.3		80.0	26.7	53.3	60.0	0	20.0
S. horneri	13.3	20.0		15.0	21.7	40.0	13.3	23.3
S. serratifolium	16.7	33.3	75.0		41.7	41.7	8.3	16.7
S. tortile	23.5	47.1	76.5	29.4		58.8	11.8	23.5
S. fulvellum	14.7	26.5	70.6	14.7	29.4		8.8	17.6
S. kjellmanianum	7.1	0	57.1	7.1	14.3	21.4		28.6
S. thumfergii	10.5	15.8	73.7	10.5	21.1	31.6	21.1	

マメタワラに対してはアカモク，ホンダワラ，ヨレモク，トゲモクなどとの混生率が一般に高い。ヤツマタモクに対してはホンダワラ，アカモク，ヨレモクなどとの混生率が各区を通じて高いが，B，C区ではノコギリモク，D区ではイソモクとの混生率も高い。アカモクに対しては出現した調査地点数が多いので混生率は全般に低いが，各区を通じてホンダワラ，ヨレモク，ノコギリモクなどとの混生率が高く，またA区ではウミトラノオ，B，C区ではイソモクとの混生率も高い。ノコギリモクに対してはアカモク，ヨレモクとの混生率が全般に高いが，E区ではネジモク，トゲモクとの混生率が高い。オオバノコギリモクに対しては全域ではヤツマタモク，アカモク，ネジモク，ノコギリモク，ホンダワラなどとの混生率が高いが，これはB，C区における混生率を反映したものであり，D区およびE区ではオオバモクとの混生率が高い。ヨレモクに対してはアカモク，ヤツマタモク，ホンダワラ，ノコギリモクなどとの混生率が高いが，B，C区およびE区では，トゲモクとの混生率も高い。ホンダワラに対してはアカモク，ヤツマタモクとの混生率が高く，A区ではヨレモク，B，C区ではオオバノコギリモク，オオバモク，D区ではイソモクの混生率も高い。オオバモクに対してはヨレモク，オオバノコギリモク，トゲモクなどの混生率が高い。ネジモクに対してはノコギリモク，トゲモク，ヨレモクなどの混生率が高いが，B，C区ではオオバノコギリモク，D区ではホンダワラ，E区ではトゲモクなどの混生率も高い。ハハキモクに対してはアカモク，ウミトラノオの混生率が高い。ウミトラノオに対してはA区ではホンダワラ，アカモク，ハハキモクの混生率が高いが，D区ではヤツマタモク，フタエモクの混生率が高い。イソモクに対してはB，C区ではノコギリモク，アカモクの，D区ではヤツマタモクの，また両区でフタエモクの混生率が高い。トゲモクに対してはB，C区ではアカモク，ヨレモクの混生率が高く，E区ではオオバモク，ネジモクの混生率が高い。フタエモクに対しては，B，C区ではイソモク，アカモク，ノコギリモクの，D区ではイソモク，ヤツマタモクの混生率が高い。

以上の結果をとりまとめてみると，アカモク，ヨレモク，ホンダワラの間では相互の混生率が高く，ヤツマタモク，ノコギリモクは上記の3種の間との相互の混生率もかなり高いが，またイソモクを含めた3種の間の相互の混生率も高い。また，マメタワラ—アカモク，オオバノコギリモク—オオバモク，ネジモク—ノ

Table 8. Percentage occurrence of other species mixed with the species of *Sargassaceae* algae in the Region B and C. Values are as in Table 6.

Species-1 \ Species-2	*S. piluliferum*	*S. patens*	*S. horneri*	*S. serratifolium*	*S. giganteifolium*	*S. tortile*	*S. fulvellum*	*S. ringgoldianum*	*S. sagamianum*	*S. confusum*	*S. hemiphyllum*	*S. micracanthum*	*S. duplicanthum*
S. piluliferum		25.0	75.0	25.0	0	75.0	50.0	25.0	0	0	50.0	75.0	25.0
S. patens	12.5		37.5	62.5	37.5	50.0	37.5	12.5	12.5	0	12.5	0	0
S. horneri	30.0	30.0		60.0	30.0	50.0	30.0	20.0	20.0	10.0	50.0	40.0	20.0
S. serratifolium	6.7	33.3	40.0		20.0	40.0	13.3	13.3	26.7	20.0	40.0	26.7	13.3
S. giganteifolium	0	50.0	50.0	50.0		16.7	50.0	0	50.0	16.7	0	16.7	0
S. tortile	33.3	44.4	55.6	100.0	11.1		0	33.3	33.3	0	22.2	55.5	11.1
S. fulvellum	33.3	50.0	50.0	33.3	50.0	0		50.0	33.3	0	0	33.3	0
S. ringgoldianum	16.7	16.7	33.3	33.3	0	50.0	50.0		16.7	16.7	33.3	50.0	16.7
S. sagamianum	0	12.5	25.0	50.0	37.5	37.5	25.0	25.0		0	25.0	12.5	12.5
S. confusum	0	0	33.3	33.3	33.3	0	0	33.3	0		0	0	0
S. hemiphyllum	22.2	11.1	55.5	66.6	0	22.2	0	22.2	22.2	0		22.2	33.3
S. micracanthum	33.3	0	44.4	44.4	8.3	55.5	22.2	33.3	11.1	0	22.2		0
S. duplicathum	33.3	0	66.6	66.7	0	33.3	0	33.3	33.3	0	100.0	0	

Table 9. Percentage occurrence of other species mixed with the species of *Sargassaceae* algae in the Region D.

Values are as in Table 6.

Species-1 \ Species-2	*S. patens*	*S. giganteifolium*	*S. fulvellum*	*S. ringgoldianum*	*S. sagamianum*	*S. thunbergii*	*S. hemiphyllum*	*S. duplicatum*
S. patens		0	80.0	0	0	20.0	60.0	20.0
S. giganteifolium	0		0	100.0	0	0	0	0
S. fulvellum	57.1	0		0	14.3	0	28.6	0
S. ringgoldianum	0	100.0	0		0	0	0	0
S. sagamiamianum	0	0	100.0	0		0	0	0
S. thunbergii	100.0	0	0	0	0		0	0
S. hemiphyllum	75.0	0	50.0	0	0	0		25.0
S. duplicatum	33.3	0	0	0	0	0	33.3	

Table 10. Percentage occurrence of other species mixed with the species of *Sargassaceae* algae in the Region E.

Values are as in Table 6.

Species(1) \ Species(2)	*S. patens*	*S. serratifolium*	*S. giganteifolium*	*S. tortile*	*S. fulvellum*	*S. ringgoldianum*	*S. sagamianum*	*S. micracanthum*
S. patens		0	0	0	0	0	0	0
S. serratifolium	0		0	0	0	0	100.0	100.0
S. giganteifolium	0	0		0	0	100.0	0	0
S. tortile	0	0	0		0	0	100.0	100.0
S. fulvellum	0	0	0	0		0	0	0
S. ringgoldianum	0	0	100.0	0	0		0	100.0
S. sagamianum	0	16.7	0	16.7	0	0		100.0
S. micracathum	0	16.7	0	16.7	0	100.0	100.0	

コギリモク，ネジモク—トゲモク，ハハキモク—ウミトラノオ，イソモク—フタエモク，トゲモク—ヨレモクの相互間の混生率も高いといえる。

これらのことは，いくつかの種がそれぞれ群集をつくっているとみられ，相互の混生率が高いことは，生育環境に対する適応性が似通っていることを示すと考えられる。

また，アカモクのごとく他種に対する混生率が平均的に高い種は主として水温，塩分などの環境に対する適応範囲が広く，ヤツマタモク，ノコギリモク，ヨレモク，ホンダワラ，トゲモクもかなり広いとみられる。

4. 総括

以上，出現率，混生率の検討結果を総合してみると，瀬戸内海域(A)にはアカモク，ホンダワラ，ヨレモク，ウミトラノオで代表される群集が，紀伊水道およびその外海域(B)にはヒジキ，イソモク，ノコギリモク，オオバモクで代表される群集が，豊後水道域(C)にはノコギリモク，ヤツマタモク，オオバノコギリモク，ヨレモクで代表される群集が，豊後水道外海域(D)にはホンダワラ，ヤツマタモク，イソモク，フタエモクで代表される群集およびタマナシモク，ツクシモク，ナンカイモク，コブクロモク，ヒュウガモク，ヘラモクからなる群集が，四国南岸域(E)にはネジモク，トゲモク，ナラサモで代表される群集が存在すると考えられる。

また，さらに瀬戸内海域を細分してみるならば，大阪湾，播磨灘(a)にはアカモク，ノコギリモクおよびウミトラノオで代表される群集が，備讃瀬戸(b)にはアカモクおよびハハキモク，ウミトラノオで代表される群集が，燧・備後灘，安芸灘，伊予灘および周防灘東部域(c)にはアカモク，ホンダワラ，ヨレモク，ヤツマタモク，ノコギリモクを主体とする群集が，広島湾および周防灘西部域にはアカモク，ホンダワラ，ヤツマタモクおよびヒジキを代表とする群集が存在するとみられる。

また，アカモク，ハハキモクは内湾的性格が強い種であり，ネジモク，ナラサモ，トゲモク，タマナシモク，ツクシモク，ナンカイモク，コブクロモク，ヒュウガモク，ヘラモクは外洋的性格が強い種であり，ヒジキ，ヤツマタモク，ノコギリモク，オオバノコギリモク，ヨレモク，オオバモク，イソモクは中間的性格であるが，より外洋的性格が強い種であり，またフシスジモク，ジョロモク，マメタワラも中間的性格であるが，より内湾的性格が強い種であるとみられる。またホンダワラ，ウミトラノオは内湾的から外洋的まで広い性格をもつ種と考えられる。

谷口[6]は我が国沿岸域の海藻群落について研究し，これを5つの群団に，さらにこれら群団をそれぞれいくつかの群集に分類しているが，これら群団，群集の標徴種としてホンダワラ科藻類をあげている。佐々田ら[8]は谷口の群落の分類とその標徴種との関係をもとにして考えると，ジョロモク，ヒジキ，オオバモク，イソモク，トゲモク，ナラサモは外洋的性格の強い種，アカモク，フシスジモクは内湾的性格の強い種，ヤツマタモクは中間的性格の種，ウミトラノオは外洋的性格の強い海域から内湾度の高い水域まで広く分布する種であると考えられるとしている。

また，佐々田らは1954年から1963年にわたって瀬戸内海とその近辺約60地点で採集されたホンダワラ科藻類の同定を行い，その分布の特性について考察した結果を報告しているが，そのなかで，ヒジキ，クソタレモク，イソモク，トゲモク，オオバモク，ホソバモク，スギモクはより外洋的性格の強い種，ヒジキの一品種，マメタワラ，ヤツマタモク，カラクサモク，アカモク，ノコギリモク，ヨレモク，ナノリソ，フシスジモク，オオトラノオ，エンドウモクは内湾的性格のより強い種であると考えられるとしている。

この他，八木[12]は瀬戸内海西部および豊後水道の海藻の分布について調べ，トサモク，クソタレモク，オオバモク，ネジモク，ツクシモク，トサカモクは比較的外洋に多く分布するとしている。また広瀬[13]は瀬戸内海東部の海藻の分布を調べ，ヒジキは外洋的性格の強い種であることを示唆している。

これらの研究結果と今回の調査および解析結果を対照してみた場合，海域区分として谷口は大阪湾を別としてその他を一括し，瀬戸内海を2つの区域に分け，両水道域およびそれらの外海域や四国南岸域については特に記述しておらず，また佐々田らは瀬戸内海およびその周辺海域を和歌山県白浜から岡山県牛窓までを比較的外洋性の強い海域，岡山県堅場島から来島海峡までを最も内湾性の強い一つの海域，広島県斎島から早瀬ノ瀬戸までを比較的内湾性の強い海域，周防灘から佐賀ノ関までを外洋水の影響の強い海域と4つの区域に区分しているのに対して，今回の解析では既述のごとく，瀬戸内海およびその周辺海域を四国南岸域も含めて14の区域に分け，さらにそれらを5つの区分に，また瀬戸内海を4つの細区分にまとめている。

しかしながら，これらの海域区分に従って，それぞれの区域の地形的，海洋的特性をもとにしてホンダワラ科の藻類の分布特性を判断した結果はかなりよく一致している。

即ち，アカモク，ハハキモクは内湾的性格が強い種であり，ナラサモ，トゲモクは外洋的性格が強い種で

あり，ヤツマタモクは中間的性格の種であるとすること，およびウミトラノオは広域に分布する種であるとする点が一致している。また本研究で中間的性格ではあるがより内湾的あるいはより外洋的性格が強いとしたものでも，それらをそれぞれ内湾的性格あるいは外洋的性格が強い種に含めるならば，マメタワラやフシスジモクは内湾的性格が強い種，ヒジキ，オオバモク，イソモクは外洋的性格が強い種であることになり，これらも既往調査の結果と一致する。

しかしながら，ヨレモクを内湾的性格のより強い種であると考える佐々田らの研究結果と中間的性格であるが，外洋的性格がより強いとする本解析結果とは異なる。これは佐々田らの採集地点が瀬戸内海に多く周辺海域に少ないのに対して，本調査の調査地点は周辺海域にもかなり多く，四国南岸域にも及んでいるので，このような相違を生じたものと考えられるが，ヨレモクは中間的性格で内湾的から外洋的まで広い性格をもつ種とみるのが妥当かも知れない。またジョロモクを外洋的性格の強い種とする谷口の研究結果と中間的性格であるが内湾的性格がより強いとする本解析結果とは異なる。これは本調査においては，ジョロモクは燧・備後灘，伊予灘，周防灘東部域で採集されたのみであったため，このように判断されたのであり，今後，瀬戸内海およびその周辺海域でのジョロモクの分布をさらに詳細に調査したのちに，その性格を判断すべきであると考える。

また，ヒジキについて佐々田らは，ヒジキは外洋的性格の強い種であるが，その一品種 *H. fusiforme f. elavigerum* は内湾的性格の強い種であるとしている。本調査においても内湾的性格の強い広島湾や周防灘西部域でヒジキが採集されており，この調査では品種を区別していないが，これらは佐々田らのいう品種に当るのかも知れない。またアカモクについても，その一品種であるクソタレモク *S. horneri f. furcatodentatum* は外洋的性格の強い種であると述べているが，本調査で豊後水道域や紀伊水道およびその外海域で採集されているアカモクはこれに当るのかも知れない。

また，佐々田らは，研究に用いた材料が1954年から1963年に採集されたものであり，その時期は瀬戸内海の藻場が急激な消失を示した時期の初期に当るので，その後の沿岸の埋立や諸廃水の影響がホンダワラ科藻類の分布にどのような変化を起しているかを知るため同様な研究調査が改めて行われることを期待すると述べているが，佐々田らの研究結果と本調査研究結果を比較検討してみると，主な分布種類およびそれらの海域毎の出現率などに大きな差異は認められない。ただイソモクが佐々田らの調査では瀬戸内海のほぼ全域で採集されているが，本調査では瀬戸内海東部域では採集されていない。また既述のごとく，佐々田らの調査では採集されたが，本調査では採集されなかった種類もかなりある。しかしながら，このような相違は認められるが，既述のごとく本調査での採集には限度があったので，採集されなかったからといって分布していないとは言い難く，もともと出現率の低い種類は勿論，出現率の比較的高いイソモクでも，それが採集されなかったからと言って，それのみで瀬戸内海東部域のホンダワラ科藻類の分布に相違があるとは言い難い。従って両調査間の15～20年間において，瀬戸内海域のホンダワラ科藻類の分布は，多少，外洋的性格が強く，瀬戸内海域ではもともと分布の少なかった種類で分布しなくなった種類があるかも知れないが，出現率の比較的高い種類についてみれば，量的な面は別として，分布種類，分布域，出現率など質的な面では大きく変化していることはないと判断してよいと考えられる。

以上，瀬戸内海域およびその周辺海域のホンダワラ科藻類の分布について，分布種類や種類別の海域毎の出現率や各種間の混生率をもとに，その特性について解析したが，その結果は既往の調査研究結果と矛盾することも少なく，この解析結果がかなりよく分布特性を示しているものと考えられる。また，瀬戸内海域の藻場構成種の主体を占めるアカモクは一年生で，生育量の季節的，経年的変動が大きく，藻場としての安定性に欠ける点があるので，それを補って安定性を増すために多年生種の混生による藻場造成が考えられるが，この調査研究結果から各海域で用いるべき多年生種の選択が可能であると考えられる。しかし，藻場造成において，その成果を確実にするためには，今後，選択された種について，その生態を明らかにする必要がある。

摘　　要

1976，1977年に瀬戸内海関係14府県の水産試験場ならびにその他関係機関および南西海区水産研究所が沿岸海域藻場調査の一環として実施した藻場干潟分布調査の潜水坪刈調査の結果を用い，瀬戸内海域およびその周辺海域におけるホンダワラ科藻類の分布特性について検討した。

(1)　この調査においてホンダワラ科の29種の藻類が採集された。

(2)　調査海域を大阪湾，播磨灘，備讃瀬戸，燧・備後灘，安芸灘，広島湾，伊予灘，周防灘東部域，同西部域，豊後水道，豊後水道外海域，四国南岸域，紀伊水道外海域，紀伊水道の14海域に区分し，各種の各海域における出現率を検討した結果，これらの海域は出現率の類似性からA：瀬戸内海，B：紀伊水道およびその外海域，C：豊後水道域，D：豊後水道外海域，E：四国南岸域の５つの群にまとめられ，また瀬戸内海域はａ：大阪湾，播磨灘，ｂ：備讃瀬戸，ｃ：燧・備後灘，安芸灘，伊予灘，周防灘東部域，ｄ：広島湾，周防灘西部域の４つの群にまとめられた。

この群をなす区域にはそれぞれ特徴的ないくつかの代表種をもつホンダワラ科藻類の群集が存在することが認められた。

(3)　各区域毎に種相互の混生の程度を検討した結果，アカモク，ヨレモク，ホンダワラ，ヤツマタモク，ノコギリモクの５種は相互に混生しやすく，またヤツマタモク，ノコギリモク，イソモクの３種間，ネジモクとトゲモク，トゲモクとヨレモクの２種間でも相互の混生の割合が高いことが認められた。

(4)　検討結果を総合して，アカモク，ハハキモク，フシスジモク，ジョロモク，マメタワラは内湾的性格のより強い種，ネジモク，ナラサモ，トゲモク，タマナシモク，ツクシモク，ナンカイモク，コブクロモク，ヒユウガモク，ヘラモク，ヒジキ，ヤツマタモク，ノコギリモク，オオバノコギリモク，ヨレモク，オオバモク，イソモクは外洋的性格のより強い種であると考えられた。

文　　献

1）Yendo, K., 1907: The Fucaceae of Japan. J. coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, 21, 1-174.

2）山田幸男，1942：南日本産ほんだわら属ノ種類ニ就テ（其一）．植物研究雑誌18，(7)，369—381.

3）————，1942：同上（其二）．同上誌，18(9) 503—519.

4）————，1942：同上（其三）．同上誌，18(10) 553—562.

5）岡村金太郎，1936：日本海藻誌，300—364，内田老鶴圃.

6）谷口森俊，1961：日本の海藻群落的研究．112pp.，井上書店.

7）稲場明彦，1963：瀬戸内海の生物相，65—78，広島大学理学部付属向島実験所.

8）佐々田憲・藤山虎也・犬丸愛，1975：瀬戸内海産ホンダワラ科藻類の分布について．広大水畜産学部紀要，14(1)，89—100.

9）南西海区水産研究所，1979：沿岸海域藻場調査　瀬戸内海関係海域藻場分布調査報告—藻場の分布—．449pp.

10）村上彰男，1976：１　海域（第１節地理）．瀬戸内海の海域生態と漁場．３—５，フジテクノシステム.

11）木元新作，1976：動物群集研究法１—多様性と種類組成—．iv＋192pp.，共立出版.

12）八木繁一，1939：瀬戸内海及び豊後海峡の海藻．植物分類地理，８，241—254.

13）広瀬弘幸，1954：南部淡路島産の海藻．兵庫生物，２，205—206.

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 69~73 (1980)

A New Species of the Genus *Trachypenaeus* from Japan (Crustacea, Decapoda, Penaeidae)*

Ken-Ichi HAYASHI** and Masahiro TORIYAMA

In the penaeid genus *Trachypenaeus*, a single species, *T. curvirostris* (Stimpson), has been thought to be distributed in Japan, after Kubo (1949) had published the excellent monograph on the Japanese Penaeidae. In Kochi Prefecture, Shikoku, however, local fishermen have been divided *Trachypenaeus* prawns collected from Tosa Bay into three groups with their colour pattern in life. After the direct examination of them reveals that these groupings are taxonomically valid, and they are morphologically and ecologically separated from one another. One is the well-known *T. curvirostris*, the second is the rare *T. longipes* (Paulson), which species is a new record from the Japanese waters, and the third is proved to be the undescribed species of this genus. The present paper deals with the description of this new species. In addition to the morphological comparison between the new species and two other Japanese species, the fisheries biology of them including the new species is discussed by Toriyama (1980).

Trachypenaeus albicomus sp. nov.

(Fig. 1 and 2a)

Material examined: Tosa Bay, Kochi Prefecture, Shikoku, June 15, 1977, M. Toriyama leg.—1 ♀ (holotype), 5 ♂♂, 5 ♀♀ (paratypes).

The holotype will be deposited at the National Science Museum, Tokyo and the paratypes are preserved at the Museum of the Shimonoseki University of Fisheries.

Description: Rostrum short, not reaching to end of antennular peduncle, slightly curved upward, with 8 or 9 dorsal teeth. Postrostral crest low, reaching only to half of carapace. Small supraorbital, well developed antennal, blunt pterygostomial and acute hepatic spine present. Longitudinal suture present just dorsal side of antennal spine and reaching posteriorly to line between epigastric spine and hepatic spine. Short transverse suture also present near posteroventral corner of carapace. Central part of second abdominal somite slightly crested middorsally. Third to sixth abdominal somites with low crest, which is more prominent on sixth somite than on the preceding three somites. Posterior end of third to fifth somites not deeply cleft as in *T. curvirostris* nor pointed as blunt process in *T. longipes*. Crest on sixth somite ending in an apparent spine. Telson pointed at apex, armed usually with a pair of small, but distinct, marginal spines, near apex, sometimes a few additional pair of smaller spines scattered on distal half of margins.

Received: November 3, 1979. Contribution No. 94 from Nansei Regional Fisheries Research Laboratory.
* Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 863. The outline of this report was presented at the annual meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Tokyo in April, 1978.
** Shimonoseki University of Fisheries, Shimonoseki, 759-65 Japan

Eye large, cornea wide, flattened dorsally. Eyestalk with a small spine on dorsal side of basal segment. Antennular peduncle long, basal segment with short stylocerite, which does not reach to end of carpocerite of antennal peduncle. Prosartema long, reaching to end of cornea. Distolateral spine of basal segment small but acute and anterior margin of basal segment flattened and erected, covered dense plumose setae. Antennal scale broad, about 2.5 times as long as wide, outer spine acute extending as far as end of lamella.

Third maxilliped reaching end of eye. First pereiopod chelate, reaching only to orbital margin of carapace, coxa with a strong spine; posterior margin of basis ending in obscure process just behind distal articulation. Second pereiopod chelate, reaching

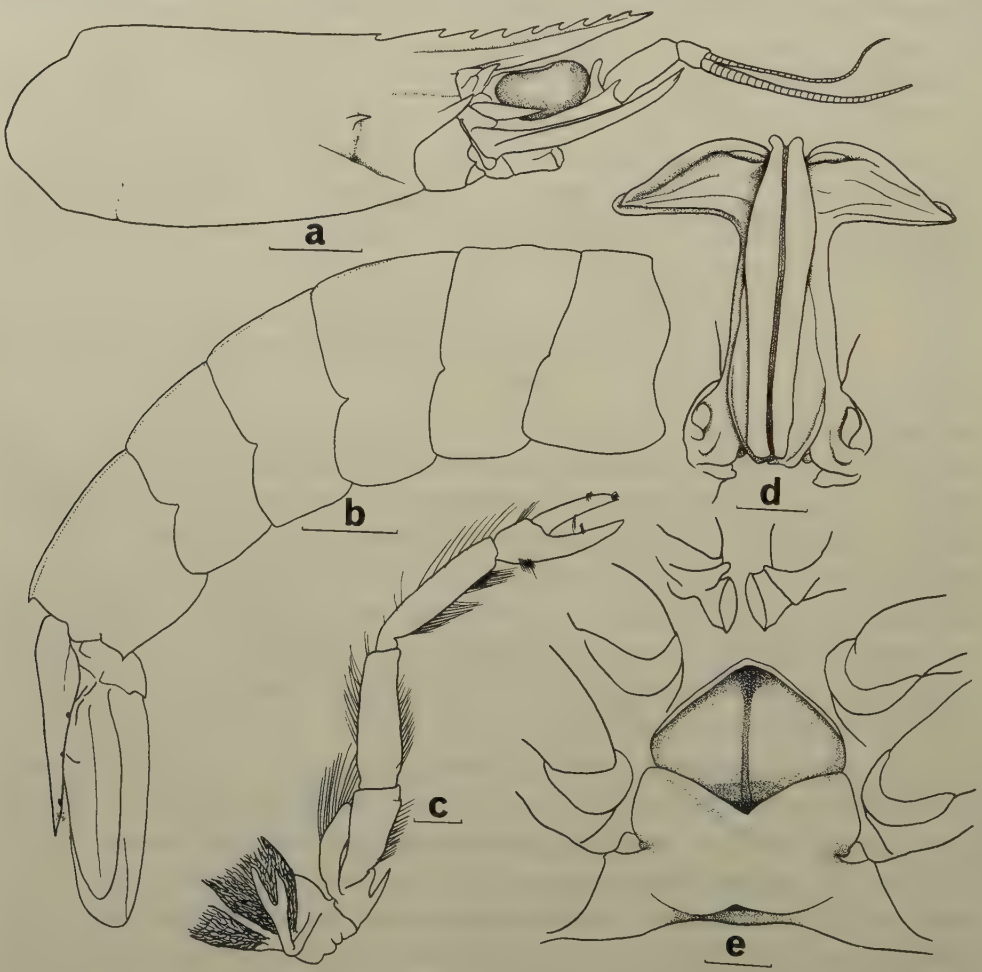


Fig. 1. *Trachypenaeus albicomus* sp. nov.; a, b, holotype (♀), c, paratype (♂), 15.7 mm in carapace length, d, paratype (♂), 17.5 mm in carapace length, e, paratype (♀), 19.1mm in carapace length; a, anterior part of body, b, abdominal somites, c, first pereiopod, d, petasma, e, thelycum. Scales represent 1.0 mm.

to middle of eye, coxa with a strong spine but basis without spine. Third pereiopod chelate, reaching to distal articulation of basal antennular segment, without spine on any segment. Fourth pereiopod not chelate, falling slightly short of tip of second pereiopod. Fifth pereiopod longest, reaching to tip of third pereiopod. Exopod present on all pereiopods and epipod on first three pereiopods.

Petasma typical T-shape. Anterior plate of thelycum triangular with blunt angles, and curled margin, and divided into two equal parts by deep central groove. Posterior plate deeply notched at middle but bottom of notch without special pocket at all.

Colour in life: Body pale red, uropod brown with margin rather pale. Antennal flagellum bright white. Hence it is vanacularly named as "Shiraga-saruebi" (white-haired *Trachypenaeus* prawn) and the same as *albicomus* scientifically.

Size: Males 53-61 mm in body length, 14-17 mm in carapace length and 7-9 mm in rostrum length. Females 64.5-80 mm in body length, 18.5-22 mm in carapace length and 10-11.5 mm in rostrum length. All females examined attach spermatophore on thelycum.

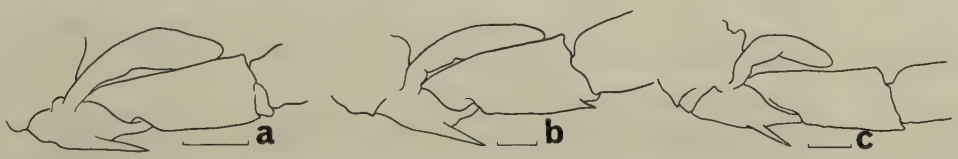


Fig. 2. Basis and coxa of first pereiopod of three Japanese *Trachypenaeus* species collected from Tosa Bay. Shikoku, Japan; a, *T. albicomus* sp. nov. (male, 15.7 mm in carapace length), b, *T. curvirostris* (Stimpson) (female, 27.5 mm in carapace length), c, *T. longipes* (Paulson) (male, 18.6 mm in carapace length). Scales represent 1.0 mm.

Remarks: Species belonging to the genus *Trachypenaeus* are divided into two groups by the number of the pereiopodal epipods. According to Starobogatov (1972), the following five species bear an epipod on the first to third pereiopods: *T. asper* (Alcock), *T. curvirostris* (Stimpson), *T. gonospinifer* Racek and Dall, *T. longipes* (Paulson) and *T. sedili* (Hall). Of these two species from the southern hemisphere, *T. gonospinifer* and *T. sedili*, are ready distinguished from the new species by the general shape of the genital apparatus. Both southern species have the developed lateral plates of the thelycum (Racek and Dall, 1965 and Hall, 1957), which is entirely absent in the new species. In *T. gonospinifer*, furthermore, the petasma is not T-shape, the distolateral projections being very broad with the forwardly curved lateral tips. In *T. sedili* the petasma is Y-shape rather than T-shape.

With regard to the genital apparatus, the remaining three species are very closely related to the present new species. However they may be distinguished by the characters shown in the Table 1.

Table 1. The characters separating *Trachypenaeus albicomus* sp. nov. from *T. asper*, *T. curvirostris* and *T. longipes*

Species / Characters	*T. albicomus* sp. nov.	*T. asper* (Alcock)*	*T. curvirostris* (Stimpson)**	*T. longipes* (Paulson)**
Rostrum	curved upward, with 7-8 teeth	straight, or curved upward in females, with 9-10 teeth	curved upward, with 6-8 teeth	straight, with 8-10 teeth
Postrostral crest	low, extending only to half of carapace	low, rather wide, extending to posterior end of carapace	low, extending to posterior end of carapace	high, extending to posterior end of carapace
Abdominal crest second somite	middorsal crest on central part	middorsal crest on central part	middorsal crest on central part	middorsal crest on central and posterior part
third to fifth somites	low, not ending in a spine	low, not ending in a spine	low, not ending in a spine	high, ending in a spine
Pereiopod first	with a spine on basis and a small spiniform process on coxa	with a spine on basis and coxa	with a spine on basis and coxa	with a spine on basis but without spine on coxa
fifth	short, reaching only to end of eye	long, exceeding tip of antennal scale by dactylus	short, reaching only to end of rostrum	long, extending slightly beyond antennal scale
Thelycum	posterior plate deeply crested at middle without pocket	posterior plate not deeply crested at middle	posterior plate deeply crested at middle with	posterior plate deeply crested without pocket
Type locality	Shikoku, Japan	India	Japan	Red Sea

* The features are based upon the Alcock's (1905 and 1906) description of *Trachypeneus asper*.

** The features are based upon the material collected from Tosa Bay, Shikoku, Japan, as well as the references of Kubo (1949), Liu (1955), Burkenroad (1959) and Kim (1977) in *T. curvirostris* and of Paulson (1961), Ramadan (1938) and Burkenroad (1959) in *T. longipes*.

Burkenroad (1959) described *T. curvirostris palaestinensis* from Gulf of Suez. The new species somewhat resembles this subspecies in having the ascendant rostrum with numerous teeth, but the shape of the posterodorsal end of fourth and fifth abdominal somites, and the length of the stylocerite and of the longitudinal suture on the carapace differ apparently from each other.

The specimens from Formosa (Taiwan) reported by Lee and Yu (1977) under the name of *T. curvirostris* also have the ascendant rostrum with usually nine teeth dorsally. The figure of their thelycum is very similar to that of the present species. As far as these characters concerned, the Formosa specimens apparently differ from the typical *T. curvirostris* and are probably referred to *T. albicomus* or *T. asper*.

References

1) Alcock, A., 1905: A review of the genus *Penaeus*. Ann. Mag. nat. Hist., (7) 16, 508-532.

2) Alcock, A., 1906: Macrura, I. The prawns of the *Penaeus* group. Catalogue of the Indian Decapod Crustacea in the collection of the Indian Museum, 1-55. Indian Museum, Calcutta.

3) Burkenroad, M. D., 1959: Decapoda Macrura, I. Penaeidae. Rés. Sci. Mission Robert Ph. Dollfus en Égypte (Décembre 1927-Mars 1929), 3, 67-92.

4) Hall, D. N. F., 1957: The Malayan Penaeidae (Crustacea, Decapoda). Part II. Further taxonomic notes on the Malayan species. Singapore Reg. Fish. Res. St., 1-119.

5) Kim, H. S., 1977: Macrura. Illustrated flora and fauna of Korea, 19, 1-414 (in Korea).

6) Kubo, I., 1949: Studies on the penaeids of Japanese and its adjacent waters. J. Tokyo Coll. Fish., 36, 1-467.

7) Lee, D. A. and H. P. Yu, 1977. The penaeid shrimps of Taiwan. JCRR Fish. Ser. (27) 1-110 (in Chinese).

8) Liu, J. Y., 1955: Economic shrimps and prawns of northern China, 1-73. Mar. Biol. Inst., Acad. Sci., Peking (in Chinese).

9) Paulson, O., 1961 (1875): Studies on Crustacea of the Red Sea with notes regarding other seas. Part I. Podophthalmata and Edriophthalmata (Cumacea), 1-143. Israel Program for Scientific Translations Ltd., Jerusalem.

10) Racek, A. A. and W. Dall, 1965: Littoral Penaeidae (Crustacea Decapoda) from northern Australia, New Guinea and adjacent waters. Kon. Ned. Wetensch. Proc., 56 (3) 1-119.

11) Ramadan, M. M., 1938: Crustacea, Penaeidae. John Murray Expedition, 1933-1934. Sci. Rept., London, 5 (3) 35-76.

12) Starobogatov, Y. I., 1972: Penaeidae (Crustacea Decapoda) of Tonking Gulf. Explorations of the fauna of the seas, 10 (18). The fauna of the Tonking Gulf and conditions of life in it, 359-415 (in Russian).

13) Toriyama, M., 1980: On some morphological and ecological notes of the three species of the genus *Trachypenaeus* (Penaeid prawn) in Tosa Bay. This Bull., (12), 75～91 (in Japanese).

日本産サルエビ属（クルマエビ科）の１新種

林　健一*・通山　正弘

日本産サルエビ属（*Trachypenaeus*）はこれまで，いわゆるサルエビ，*T. curvirostris* (Stimpson)，のみが知られていたが，土佐湾で漁獲されるこの属のエビは形態や色彩により３形に分けられていた。これらを詳細に調べたところ，３形はそれぞれ独立の種であり，サルエビ以外の２種はいずれもめずらしい種類であった。このうちの１種は紅海が基産地で，日本新記録種の *T. longipes* (Paulson) —オキサルエビ（新称）—であり，残る１種は新種と考えられ，*T. albicomus* sp. nov. —シラガサルエビ（新称）—としてここに記載した。これらに *T. asper* (Alcock) を加えた４種は第３歩脚まで副肢があり，典型的なT字形の雄性突起をもつので，同属の種類から容易に識別される。これら４種の区別点は表１に示した。

*水産大学校

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 75~91 (1980)

土佐湾におけるサルエビ属3種の形態的特徴とそれらの生態について

通　山　正　弘

On Some Morphological and Ecological Notes of the Three Species of the Genus *Trachypenaeus* (Penaeid Prawn) in Tosa Bay

Masahiro TORIYAMA

Many species of prawns are distributed in the shallow waters of Tosa Bay, and caught by small trawlers during almost all the year round. In the present paper are dealt with the morphology and ecology of the three species, *Trachypenaeus curvirostris* (STIMPSON), *T. longipes* (PAULSON), and *T.* albicomus, based on the specimens sampled from the Kochi and the Mimase Fish Markets during the period from November of 1976 to April of 1979.

Of these three species, *Trachypenaeus curvirostris* is common in Tosa Bay, but *T. longipes* is a new record to Japanese waters and *T. albicomus* is a new species. The latter two species are identified as follows:

Trachypenaeus albicomus HAYASHI et TORIYAMA: This prawn is known as "shiragasaru-ebi" in Japanese by fishermen in having white antennal flagella ("shiraga" means white mustache; "saru", red; and "ebi", prawn). The rostral spines of this prawn (excluding epigastric) is ranging from 6 to 9 in number, and shows mode at 8. Postrostral carina is faded out at the posterior part of mid-carapace.

Trachypenaeus longipes (PAULSON): This prawn is newly named herein "okisaru-ebi" in Japanese. ("Oki" means offshore waters). Postrostral carina is strong, and reaching to the posterior margin of carapace.

The rostrum is almost straight, and non-curved in shape. The number of spines (excepting epigastric) is ranging from 8 to 11, and shows mode at 9, irrespective of sex (Table 1). The fifth pereiopod is longer than those in the other two species.

The spawning season seems to extend from May to September in *Trachypenaeus curvirostris*, from June to October in *T. albicomus*, and from August to November in *T. longipes*, on the basis of seasonal changes of maturity factor and color of ovary.

Trachypenaeus curvirostris and *T. albicomus* are inhabiting the waters shallower than about 50m in depth, and *T. longipes* from 40m to 88m in depth in the offshore waters in Tosa Bay.

The annual catch of small-sized prawns landed at the Mimase and the Urado Fish Markets was totalled about 141 metric tons in 1975: *Trachypenaeus curvirostris* shows about 1.7%, *T. albicomus* about 21.3%, and *T. longipes* about 5.4% of the total, and the rest is occupied by various species of shrimps and prawns.

Judging from monthly change in frequency distributions of body length, it is estimated that

1979年11月3日受理，南西海区水産研究所業績第95号

Trachypenaeus longipes reaches to 59.3 mm in average in a year and 97.6 mm in two years in female, and on the other hand, 50.1 mm in a year and 72.5 mm in two years in male.

The life-spans of the other two species, *Trachypenaeus curvirostris* and *T. albicomus*, are presumably one year in rapidly growing group and two years in slowly growing one.

印度～西太平洋海域に分布するサルエビ属の種類として，久保[1]によると，*Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson)・*T. asper* Alcock・*T. anchoralis* (Bate)・*T. Salaco* Deman・*T. glanulosus* (Haswell)・*T. pescadreensis* Schmitt の6種が報告されているが，その後の知見を含めて最近では16種が知られている[2]。日本沿岸では古くから多くの研究が行われてきているが[1,3-18]，最近までサルエビ *Trachypenaeus curvirostris* しか知られていなかった。

筆者は1973～1976年に瀬戸内海の燧灘で底魚類の生物調査を行った際に採集したサルエビと土佐湾産のものとでは両者の形態が相違することに興味をもち，体節の各部位を計測し比較した。その結果，土佐湾で漁獲されているサルエビ属には3種が存在していることを明らかにしたが[19]，それらの生態もそれぞれ異なった様相を示すことが判明したので報告する。

本文を取りまとめるにあたり御指導と校閲を賜わった外海資源部長三谷文夫博士ならびに外海資源部工藤晋二室長に対し厚くお礼を申しあげます。また，種の同定に御助言いただいた水産大学校増殖学科講師林健一博士にお礼を申しあげます。さらに，標本の採集に御協力いただいた調査船こたか丸日高覚船長ほか乗組員の方々に対して謝意を表します。

材料と方法

観察に用いたサルエビ属の標本は土佐湾中央部で1976年11月から1979年4月にかけて調査船こたか丸の小型底びき網試験操業によって採集されたもの，並びに御畳瀬(みませ)漁協所属の小型底びき網漁船によって水揚げされた漁獲物の中から入手したものである。

体節各部の計測は主として久保[1,3]に従って，全長・体長・頭胸甲長・体重・卵巣重量・第3胸脚長・第5胸脚長・第1触角内鞭長・第1触角長・額角長の測定を行うとともに，額角の形状と上縁棘の数（胃上棘を除く）・額角から後方に続く頭胸甲の背正中線上の隆起の形状・交接器の形態・第2～第6腹節の背正中線上の隆起状況・鰓式（側鰓，関節鰓，脚鰓，鞭鰓）などを観察した。

雑エビ（小型のエビ類）については漁獲統計資料が整っていないので，それを推定するため1977年5月から1979年5月までに，御畳瀬(みませ)漁協において毎月1回，いわゆる“雑エビ”を1箱（5 kg入り）購入して，その中に含まれる種別重量組成調査を行った。

結果および考察

1. サルエビ属3種の形態的特徴

サルエビ属は分類学的には Subfamily Penaeinae, Genus *Trachypenaeus* に位置する[1]。サルエビの形態については岸上[4]，中澤[5]，長田ほか[6]，久保[1,3]によって報告されているように，雌では額角が上方へ曲って，雄の交接器は錨状になっているのが特徴である。

今回採集したサルエビ属の新しい2種は，サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* と同じ形の鰓式を備え，一般的形態はよく似ている。しかし，第2触角鞭の色彩，額角上棘数，頭胸甲背面正中線上の隆起状況，第5胸脚長および腹節背面の隆起状況に差異が認められ，それぞれ異なった性質を備えているので，土佐湾で採集したサルエビ属を次の3種に同定した。

サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson)：従来から知られているサルエビで，新日本動物図鑑[3]に記載されているような特徴を備えている。本種が後述のシラガサルエビ（新称）およびオキサルエビ（新称）と異なる点は，第2触角の長い鞭が一見して赤味を帯びていることである。また，額角上縁棘数は，土佐湾産のものは6～8棘の範囲で平均6.73～7.01となり，東京付近や燧灘産のものとほぼ等しい値となっている（表1）。この値はシラガサルエビの平均値（雌7.74，雄7.55）やオキサルエビの平均値（雌9.33，雄9.20）よりも少ない。

本種もオキサルエビも頭胸甲背面正中線上の隆起基底は頭胸甲の後縁に達しているが，本種はオキサルエビよりも隆起基底の幅が狭く，隆起の高さは低い。第5胸脚長はシラガサルエビとほぼ等しく，その先端は眼前端から第1触角第2関節までの間に達するが，オキサルエビの場合より短かい。

シラガサルエビ（*Trachypenaeus albicomus* Hayashi et Toriyama）：本種がサルエビおよびオキサルエビと形態的に異なる点は，頭胸甲背面正中線上の隆起の高さが胃上棘の後方より次第に低くなり，頭胸甲の後

Table 1. Number of rostral spines of the three species of the genus *Trachypenaeus*.

Species	Sex	Number of specimens examined	Range	Mean	C. V.	Locality
T. curvirostris	—	105	6～8	6.53	8.72	Tokyo Bay
〃	—	28	6～8	6.82	6.89	Hiuchi-Nada
〃	♀	171	6～8	6.73	9.40	Tosa Bay
	♂	55	6～8	7.01	10.43	
T. albicomus	♀	200	6～9	7.74	7.00	〃
	♂	100	6～9	7.55	7.13	
T. longipes	♀	334	8～11	9.33	6.58	〃
	♂	107	8～11	9.20	6.79	

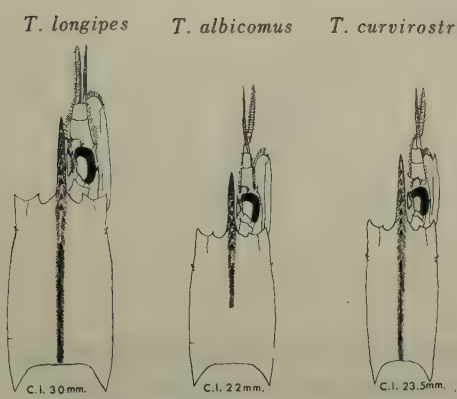


Fig. 1 Showing specific characters on carapace of the three species of the genus *Trachypenaeus*.

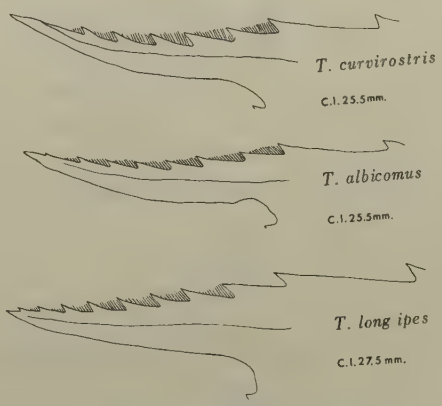


Fig. 2 Showing specific variations of rostral on carapace of the three species of the genus *Trachypenaeus*.

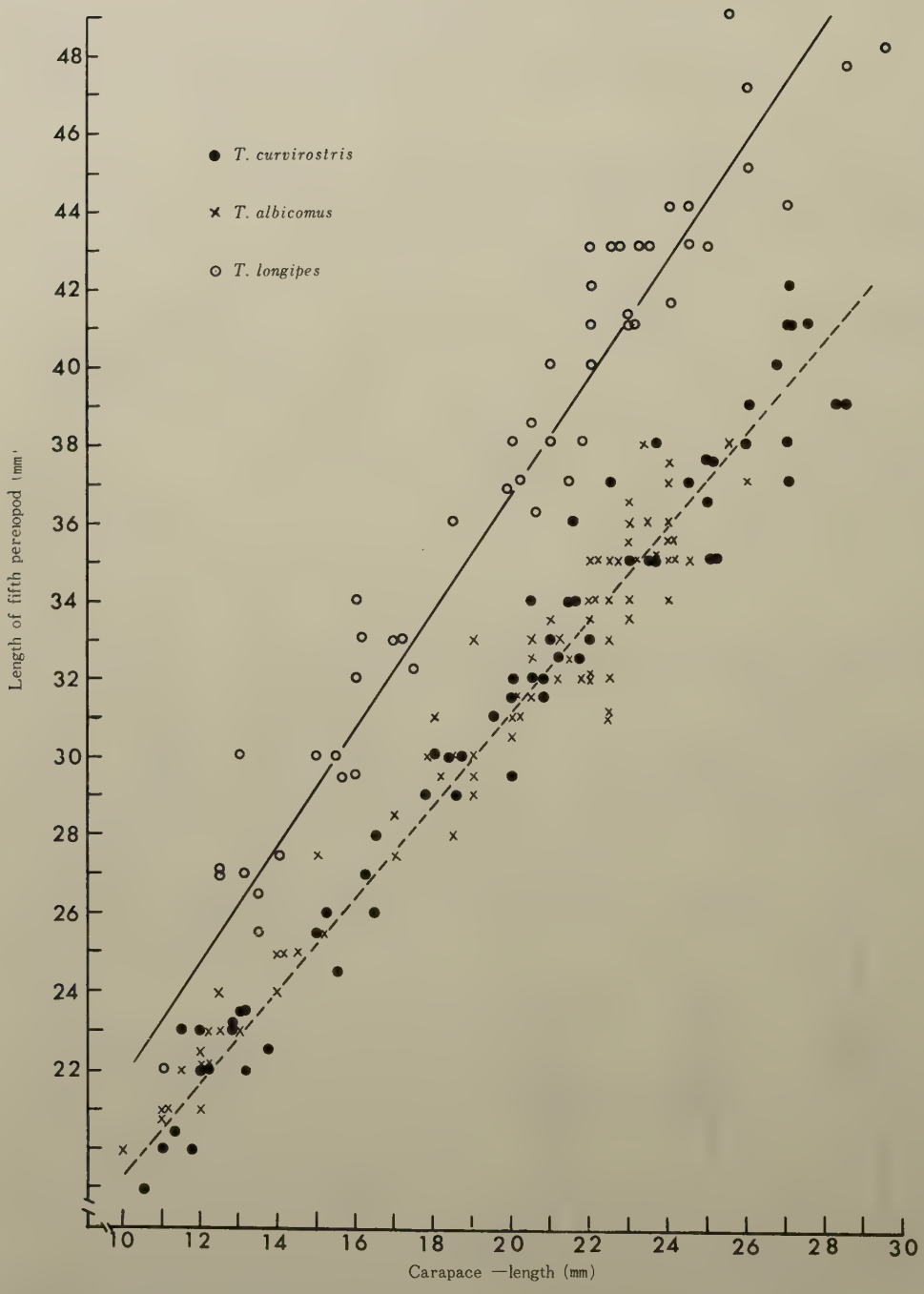


Fig. 3 Relation between the carapace length and length of the fifth pereiopod of the three species of the genus *Trachypenaeus*.

部½では消失していることである。これによって本種は他の種と容易に区別できる（図1）。また，甲殻は平滑でスベスベエビ *Parapenaeopsis tenella* (Bate) によく似ており，第3～第6腹節背面の隆起はサルエビ・オキサルエビよりも低い。

サルエビと同様に第4・5腹節背面隆起の後端には後方に向う突起がない。第2触角は全体が白い。額角上縁棘数は6～9棘の範囲内で，その出現頻度をみると，表1に示されている雌の標本では6棘を有するものが1個体，7棘を有するものが59個体，8棘を有するものが131個体，9棘を有するものが9個体となっている。雄の場合もほぼ同様な出現頻度であり，平均値はサルエビとオキサルエビとの中間に当るようである。

なお，本種の呼称の由来は御畳瀬(みまぜ)漁業協同組合参事松村賢仁氏によると，本種は魚市場でシラガエビと呼ばれていると言うことにより，シラガサルエビと命名したものである。

オキサルエビ *Trachypenaeus longipes* (Paulson)：本種の額角は雌雄とも上方に反り曲ることなく，前方へほぼ水平に伸びている（図2）。額角上縁棘数は調査した雌雄合計441個体についてみると，8棘を有するものが27個体，9棘を有するものが267個体，10棘を有するものが136個体，11棘を有するものが12個体となって，9棘のものが最も多い。平均棘数は表1にみられるように雌で9.33，雄で9.20となっている。

第2腹節の背面には正中線に沿って中央部とその後縁近くに1個ずつ瘤状隆起がみとめられるのが本種の特徴の一つである。また，第3～第6腹節背正中線上の隆起が高く，板状を形成している。第4，5腹節の後端では板状に隆起した上縁が後方にやや突出し，鈍い突起状をなしているため，外見上腹節部はかたい感じをうける。

シラガサルエビと同様に第2触角鞭は真白であるが，頭胸甲背面の隆起基底が胃上棘より頭胸甲の後縁に達することからシラガサルエビと区別される。

体は全体的には肉色で，尾扇の後縁は白く縁ち取られている（図版1，C）。

第5胸脚はサルエビ・シラガサルエビよりも長く（図3），その先端は第2触角鱗片棘に達する。

頭胸甲長と第1触角長との関係を3種の雌についてみ

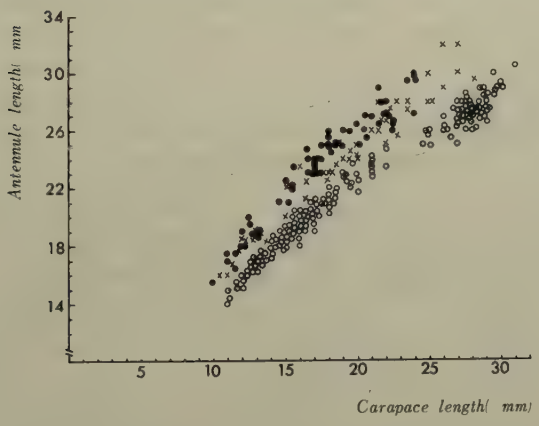


Fig. 4 Relation between the carapace length and length of the antennule of the three species of the genus *Trachypenaeus*. The symbols are; × *T. cruvirostris*, ● *T. albicomus*. ○ *T. longipes*.

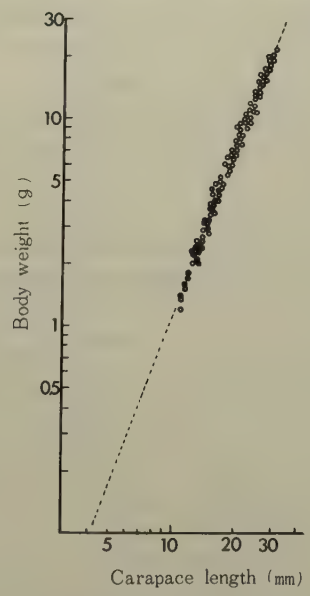


Fig. 5 Relation between carapace length and body weight of *Trachypenaeus longipes*.

ると図4のように示される。これによると，サルエビとシラガサルエビでは大きい違いは認められないが，この両者に比べてオキサルエビの場合は頭胸甲長に対する第1触角の長さが短かくなっていることがうかがわれる。

なお，試みに上記3種の雌について頭胸甲長（x）と体重（y）との関係を求めると次のようになる。

サ ル エ ビ　$y=0.00173\,x^{2.696}$

シラガサルエビ　$y=0.00994\,x^{2.806}$

オキサルエビ　$y=0.00245\,x^{2.672}$

そのうち，オキサルエビの場合を図5に示した。

また，3種の肥満度（$B.W./C.L.^3\times10^3$）をみると，成長に伴って減少傾向がみられるが，平均してサルエビは0.68（N＝41），シラガサルエビは0.71（N＝99），オキサルエビは0.93（N＝113）で，オキサルエビは他の2者より肥っているといえる。

2. 分　布

1977年1月から1979年4月までの期間に小型底びき網の試験操業を土佐湾中央部において104回実施した。1網毎に掃過面積1000m²当りの漁獲重量を算出し，これを水深10m毎の区分帯にまとめて，漁獲のあった網数で除したものを表2に示した。各種の分布状況は次のように推察される。

サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson)：本種の垂直分布についてみると，深い所からの例としては蒼鷹丸による犬吠崎北東沖の水深208 mから採集されているものがあるが[7]，多くの場合，内湾浅海域で漁獲されている[8~12]。外海に面した愛知県沿岸では水深50m以浅に主な棲息場所があり[13]，仙台湾では水深103 mのところから採集されている[14]。

土佐湾では表2にみられるように水深50m以深からは漁獲されず，これより以浅で漁獲されており，安田[13]の愛知県沿岸の場合と一致した傾向を示している。

シラガサルエビ（*Trachypenaeus albicomus*）：表2に示したように小型底びき網の試験操業は土佐湾の80m以浅のところで行われているが，本種が採集されたのはいずれも40m以浅で，特に水深10～30mで多く採集されている。水深40～80mでは出現していないことから，本種は土佐湾の水深40m以浅の沿岸水域に帯状に分布しているものと推察される。

土佐湾以外では宮崎県沿岸に分布しているようであるが，まだ，その実態は明らかにされていない。燧灘や別府湾においても調査を行ったが本種を採集することはできなかった。

Table 2. Vertical distribution of the three species of the genus *Trachypenaeus* caught by small trawler (R. V.) in the shallow waters of Tosa Bay.

Depth (m)	Number of hauls	*T. curvirostris*		*T. albicomus*		*T. longipes*	
		No. of effective hauls	Catch per 1000m² (g)	No. of effective hauls	Catch per 1000m² (g)	No. of effective hauls	Catch per 1000m² (g)
0 ～ 10	10	1	1.03	1	0.19		
10 ～ 20	38	3	1.37	16	8.47		
20 ～ 30	21	5	5.15	7	8.86		
30 ～ 40	17	7	3.33	9	5.35	4	5.28
40 ～ 50	5	2	2.13			4	5.88
50 ～ 60	6					2	5.47
60 ～ 70	5					2	1.85
70 ～ 80	2					1	1.15

オキサルエビ *Trachypenaeus longipes* (Paulson)：本種は前2者と異なり極く沿岸には分布せず，水深35m以深の沖合に分布しているようである。土佐湾中央部の水深30m以浅では小型底びき網の試験操業を69網曳網しているが，いずれの場合にも採集することはできなかった。水深30～80mの区間では35網曳網し，そのうち13網に出現している。表2から本種の漁獲の多い水域は水深40～60mのところであり，この水深帯に分布の中心があるものと推察される。

沖合への分布の広がりについてみると，1973年6月26日に土佐湾中央部の水深88mのところから1網で20尾採集していることからみて，水深100m前後に垂直分布の限界があるのではないかと思われる。

3. 雑エビ中に占めるサルエビ類の割合

上佐湾中央部では御畳瀬(おたせ)漁協および高知市漁協に所属する小型底びき網漁船が4月から12月まで操業している。高知県水試[15]によると，1975年4～12月の漁期中にエビ類が174トン水揚され，このうち大型クルマエビ類（クルマエビ・クマエビ・ヨシエビ）が33トンでエビ類の19.0%を占め，その他のエビ(小型雑エビ)が141トン（81%）となって，雑エビの占める比率が高くなっている。

この雑エビについて種別重量組成調査を行った結果，調査期間中に出現した種類は12種に達するが，最多種はアカエビ *Metapenaeopsis barbata* (De Haan) で，この期間に購入した雑エビ全量90kgの53.0%を占め，次いで，シラガサルエビが21.3%，ミナミアカエビ *Metapenaeopsis palmensis* (Haswell) が6.7%，オキサルエビが5.4%，チクゴエビ *Parapenaeopsis cornutus* (Kishinouye) が4.1%，ヒゲナガクダヒゲエビ *Solenocera depressa* Kubo が2.5%で，サルエビが1.7%，キシエビ *Metapenaeopsis dalei* (Rathbun)・サケエビ *Parapenaeus fissurus* (Bate)・スベスベエビ *Parapenaeopsis tenella* (Bate)・トラエビ *Metapenaeopsis acclivis* (Rathbun)・イズミエビ *Plesionika izumiae* (Omori) はいずれの種も1%以下の出現割合となっており，雑エビの主要種はアカエビとシラガサルエビであることが推察される。

4. 産 卵 期

土佐湾産サルエビ属3種の産卵期を明らかにするため卵巣重量と体重を測定し，体重に対する卵巣重量比 (M_F)[20]を求め，その比率の月別変化を追跡するとともに，安田[13]の用いた卵巣の色調，卵の分離の難易による成熟状態の判別方法をも用いた。

サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson)：M_F と卵巣の色調の変化を月別に観察すると，1～2月には卵巣は薄く細い紐状で肉色を呈し，M_F は0.04%以下の値で未熟状態を示している。4月には大きい個体で卵巣の増重したものが認められ，M_F で2%前後の値を示すが，卵巣の外観は淡緑色で，まだ未熟状態である。5月に入ると卵巣は急速に発達して緑色を示し，M_F で5%前後の個体が出現し，成熟卵を保有しているものが認められる。6月以降9月までの月別 M_F の値をみると，3.70%，3.56%，2.38%，3.32%となっており，成熟個体が認められているので，9月までは産卵可能と思われる。10月以降の M_F は2%以下に低下し，成熟個体は認められなかった。これらの点からみて土佐湾では5月から9月にかけて産卵が行われるものと推定される。

サルエビの産卵期は従来の知見によると，古くは岸上[4]により6月中旬～8月とされている。その後，三河湾・伊勢湾では6月上旬～10月上旬[13]，周防灘では6～10月[9]，笠岡湾周辺では6月上旬～9月[11]，有明海では5月下旬～10月下旬[16]，仙台湾では7月以降9月末[14]と推定され，海域によって若干時期の違いはみられるが，ほぼ6～10月に産卵しているようである。土佐湾の場合にはこれらの海域より産卵期が1月早いようである。

次に，雌の体長別測定個体数と M_F の関係を図6に示した。これよりみると5～7月の産卵群は体長70～100㎜の大型群で構成されているのに対し，8月と9月の産卵群は体長65～80㎜の小型群が主体となっており，産卵期の前期と後期では群の構成が大きく変っているのが特徴である。この現象は池末[16]の有明海産の場合とほぼ符合するものである。

Table 3. Seasonal changes of maturity factor (%) of the three species of the genus *Trachypenaeus*.

	T. curvirostris		*T. albicomus*		*T. longipes*	
	No. of samples examined	Mean value of maturity factor	No. of samples examined	Mean value of maturity factor	No. of samples examined	Mean value of maturity factor
Ⅰ	1	0.20	—	—	—	—
Ⅱ	5	0.20	4	0.32	—	—
Ⅲ	—	—	—	—	—	—
Ⅳ	45	2.26	11	0.34	12	0.38
Ⅴ	7	5.05	56	1.86	—	—
Ⅵ	14	3.70	113	3.22	17	1.03
Ⅶ	5	3.56	39	4.91	27	2.09
Ⅷ	36	2.38	92	4.35	23	3.89
Ⅸ	31	3.32	40	5.16	11	4.06
Ⅹ	2	1.02	45	4.65	70	4.22
Ⅺ	24	0.22	36	2.38	31	2.96
Ⅻ	3	1.88	11	0.54	27	0.98

シラガサルエビ (*Trachypenaeus albicomus*)：表3 にみられるように雌447個体について卵巣重量測定を行った。M_F の経月変化をみると，12月以降5月までは2％以下の低い値で未熟個体のみである。6月に入ると大型群に成熟個体が出現しはじめるが，M_F は3％台で成熟過程にあるものと思われる。7月から10月までは平均4％以上の値を示している。11月の M_F は2％台に低下し，大部分が未熟個体で占められるようになる。

次に，図6から本種の産卵群の M_F の値を体長階級毎にみると，5－6月では大型群で高く，小型群では低くなっている。大型群は7月以降9月まで採集されているが，M_F は8月に最も高くなっている。一方，小型群は大型群より遅れて7月に入り急速に発達し，M_F の値で4％以上を示している。このような状態が10月まで認められる。

以上述べたことから，本種の産卵は6月から10月までの長期にわたって行われるが，盛期は7～9月と推定される。

オキサルエビ *Trachypenaeus longipes* (Paulson)：月別に M_F の平均値を求め表3に示した。12月と4月に採集したものの卵巣はいずれも未熟状態で，M_F でみると1％以下の低い値となっている。6月から7月にかけて卵巣重量は増大傾向を示すが，まだ十分に発達していないようである。8～11月に採集したものの卵巣はよく発達し，特に，9月と10月には大きく肥大して M_F は4％台に達している。

このような点から，本種の産卵期は8～11月で，その盛期が9，10月頃にあたるものと推定される。

上述のことから，サルエビ属3種の産卵期をみると，早く産卵するものはサルエビ（5～9月）であり，シラガサルエビ（6～10月）がこれに続き，オキサルエビ（8～11月）が最後に産卵するようである。ここではサルエビとオキサルエビの産卵期がかなりずれており，この点興味深いところである。

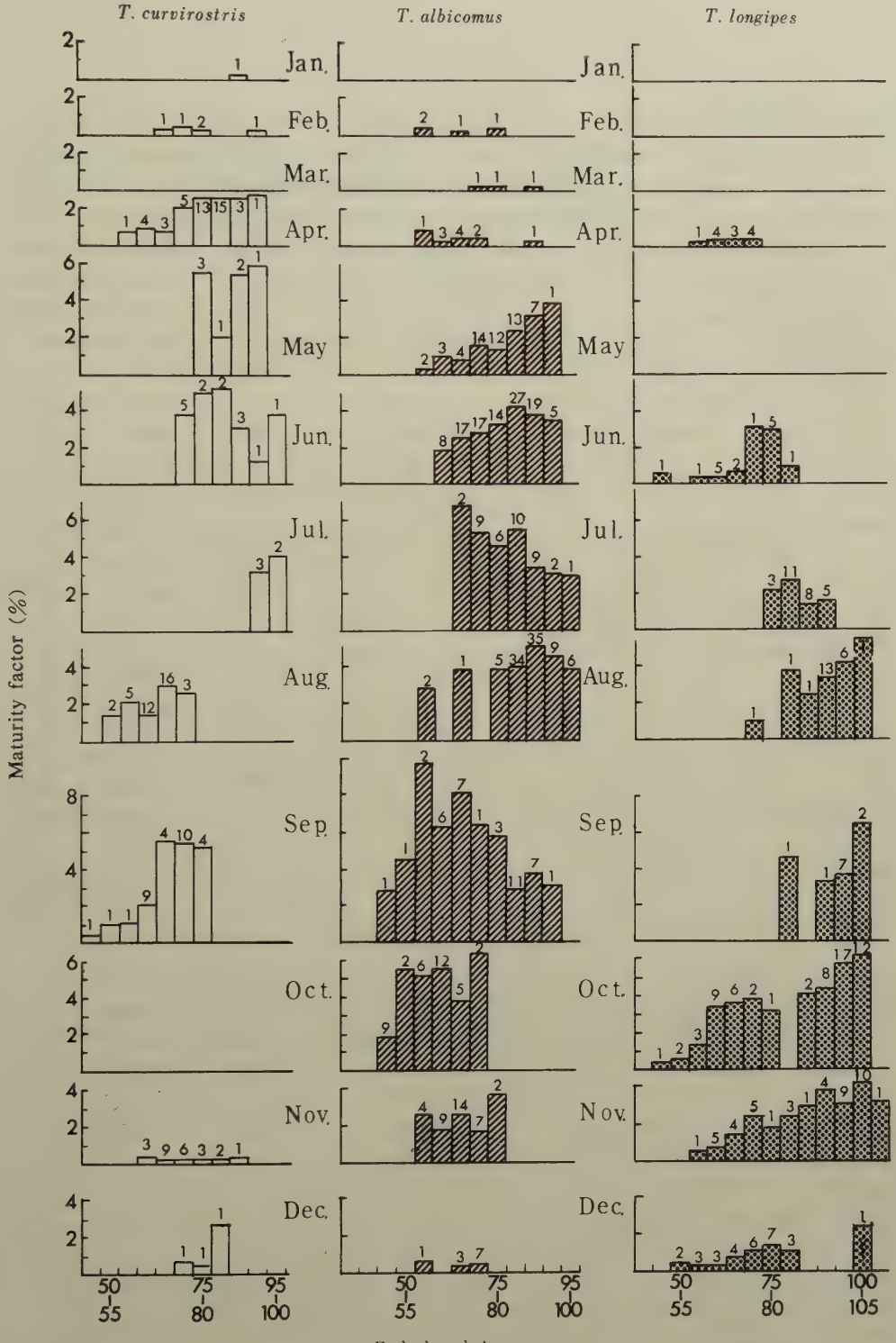


Fig. 6 Relation between body length and maturity factor (mean value) in each month of the three species of the genus *Trachypenaeus*.

5. 成　長

サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson)：土佐湾における本種の月別体長組成の推移を表4A，Bからみると，雌雄とも小型群は1月に出現している。平均体長は39.8㎜で雌雄による成長差は，この時点では現われていない。2月以降の体長組成は月を追って大型化し，雌では7月に平均体長93.5㎜に達している。この雌の平均体長の推移が同一発生群の成長を示すとすれば，1月から7月までの6か月間に約53.7㎜成長したことになるが，後述のように前年発生群と前々年発生群が混在している可能性がある。雄では1月の平均体長39.8㎜のものが，4月には平均体長で60.3㎜に達している。5月と7月，8月には雄の標本は得られなかったが，6月のものをみると平均体長60.5㎜となっており，4月から6月までの期間では殆んど成長していないようである。

Table 4. Frequency distribution of body length of *Trachypenaeus curvirostris*.

A. Female.

Month	Body Length in mm.															mean value	C. V.
	25～30	30～35	35～40	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65	65～70	70～75	75～80	80～85	85～90	90～95	95～100		
Jan.	5	5	5	3	6	5	1						1			39.82	22.5
Feb.		2	1	4	12	7	5	5	6	4	1			1		55.73	21.9
Mar.						1				1						62.5	22.6
Apr.						1	3	3	5	9	15	21	4	1		76.45	10.9
May										2	4	2	7	4		84.34	7.9
June								1	1	5	2	2	3	1	1	79.06	12.1
July														8	2	93.50	2.3
Aug.						2	5	12	16	3						64.21	7.7
Sept.	1		1		1	1	2	9	5	10	4					65.14	16.9
Oct.							1	2	2		1					65.83	10.3
Nov.					1	6	12	23	23	7	6		1			64.58	11.1
Dec.									1		1	1				75.83	10.1

B. Male.

Month	Body Length in mm.										mean value	C. V.
	25～30	30～35	35～40	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65	65～70	70～75	75～80	
Jan.	4	8	3	10	4	1		2				39.84	22.7
Feb.		2	3	11	13	3	3		1			46.11	15.2
Mar.				2	1	2		1				50.00	15.2
Apr.					3	7	12	26	8	1		60.30	9.1
May													
June						2	5	5	3			60.50	8.1
July													
Aug.													
Sept.						1							
Oct.													
Nov.						13	6	2	1			55.45	7.7
Dec.					1		5					55.83	7.3

8月以降の体長組成では7月までの大型群が消滅して雌雄とも急に小型化の傾向を示している。8～12月に採集した雌の平均体長は64.5～75.8㎜の範囲内にあり，雄では採集個体が少ないが11月の平均体長が55.5㎜で，これらの値は雌雄とも1月の平均体長より大きくなっている。

ここで問題になるのは9～12月に土佐湾で出現する雌の平均体長70㎜前後の群が当年生まれであるか，前年生まれの越年群にあたるかということになる。

有明海産について池末[16]は9月の小型産卵群は大型の早期産卵群より発生したものが，発生後3か月で親となり産卵する短期世代であるとされている。

土佐湾の場合，体長40㎜以下の稚エビは9月に2尾採集されたのみである。稚エビの棲息場がエビ漁場内にあってとれないのか，漁場外にあるのか，いずれともわからないが現在の調査方法では10月以降12月までの期間の稚エビを採集できなかった。ほかの海域での稚エビの出現状況をみると，三河湾(安田)[13]では8月16日に体長24～40㎜のものが出現し，周防灘(前川・八柳)[9]では9月に体長26～42㎜のものが出現している。土佐湾で9月に体長25～40㎜のものが2尾採集されたが，この体長範囲のものを当年生まれの稚エビとすれば，1月の平均体長39.8㎜に連らなる群が採集できたことになり，雌では9月に2つのモードをもつ群が出現することになる。

そこで，9月の雌の体長45～80㎜の群を大型の早期産卵群（6月）より発生したものとみると，9月までの4か月間に約60㎜成長したことになり，これは越年群雌の1～7月までの成長が約53.7㎜となることと比較しても成長がよすぎるのではないかと思われる。また，8月と9月の個体は成熟したものが主体をなしていることから考えても，この群は1歳群の生き残りで，成長の遅い群と見た方が土佐湾の場合には妥当なように思われる。

そうすると，1～7月の体長組成には年級の異なった2つの群が存在することになる。すなわち，雌で8～11月に出現する体長65㎜前後の成長の遅れた満1歳群は越冬して翌年2月に体長65㎜以上の群に成長し，産卵期には満2歳群として大型群を構成するものと考えられる。一方，前年発生群で成長の速いものは満1年で大型産卵群に近い成長を示すように思われるが，4～7月の体長組成から1歳群と2歳群を分離して検討することはできなかった。

雄の場合も11月に体長50～70㎜の群が出現しており，これが越冬して翌年2歳群として生存する可能性がある。

本調査で採集した最大個体は雌で体長96㎜，頭胸甲長28㎜，体重13.0g，雄では体長70㎜，頭胸甲長17.9㎜，体重5.0gである。

シラガサルエビ（*Trachypenaeus albicomus*）：サルエビと同様に体長階級を5㎜間隔にとり，月別採集個体数を表5A，Bに示した。1月以降5月までの雌の体長組成を仮に単一年級群とみて，その変動係数を求めると，その値は4月を除き25～16%と大きい。したがっていくつかの年級が混在している可能性がある。そこで月別体長組成を細かくみると，1月には体長階級値の37.5㎜と47.5㎜，62.5㎜にモードらしいものが認められるが，37.5㎜と47.5㎜のモードの位置は接近しており，同一年級群とみて差し支えないものと思われる。2月では42.5㎜と60㎜付近に，また3月では47.5㎜と62.5㎜付近にそれぞれ大小のモードが認められる。4月では単一モードの体長組成を示している。5月に入ると62.5㎜と75㎜付近にモードが認められる。6～8月には大型産卵群の単一モードしか現われず，9月に入り大型産卵群と小型産卵群の2つのモードが出現している。10月には大型産卵群に相当するものは消滅し，小型産卵群に当る体長60㎜前後の群と40㎜前後にモードをもつ稚エビが出現している。

ここで仮に9～12月の体長60㎜前後に形成されるモードをA，10月の体長40㎜前後の稚エビのモードをB，また，1月の小型のモードをC，2月と3，5月の体長組成にみられる小型のモードをD，この時期の大きい方のモードをE，6～9月の大型産卵群のモードをFとする。そうすると本種の産卵期が6～9月と推定されることから，6月に発生した群がBに成長し，このBを含めて産卵期中に発生したものがCに達す

Table 5. Frequency distribution of body length of *Trachypenaeus albicomus*.

A. Female.

Month	Body Length in mm.																mean value	c. v.
	20～25	25～30	30～35	35～40	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65	65～70	70～75	75～80	80～85	85～90	90～95	95～100		
Jan.	4	7	20	21	17	22	11	4	6	2		1					42.45	25.3
Feb.	1	4	3	3	7	3	1	3	3	1	1		1				45.73	14.8
Mar.				2	13	20	13	11	13	9	8	1		1			55.58	19.0
Apr.				1	1	7	9	14	24	21	7	1					61.08	12.8
May					1	3	5	14	19	10	15	15	13	7	1		69.34	16.1
June									14	33	41	33	30	19	5		75.61	10.3
July									1	5	52	56	40	12	2		77.64	6.8
Aug.								4		1	1	12	60	50	13	6	84.40	7.9
Sept.		1		1	1	3	8	15	17	13	9	3	13	13	8		69.59	20.5
Oct.		4	20	25	25	22	22	12	13	5	2						46.30	23.0
Nov.					2	6	13	41	46	36	15	3				1	62.16	11.8
Dec.					3	5	12	14	8	8	7	3					59.66	15.4

B. Male.

Month	Body Length in mm.											mean value	c. v.
	15～20	20～25	25～30	30～35	35～40	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65	65～70	70～75	
Jan.		6	15	15	14	30	18	6	1				38.69	21.8
Feb.	1		4	2	7	5	2			1			37.50	24.7
Mar.				2	10	14	21	15	7	3			47.36	14.9
Apr.					1	5	9	32	9	3	2		52.41	10.8
May							2	35	60	37	6		57.85	7.4
June								10	56	64	17		60.49	6.4
July								3	105	75	22		60.32	5.8
Aug.								1	8	41	15	1	63.03	5.4
Sept.	1			1	1			1	2	14	13	1	61.17	18.1
Oct.			1	13	32	15	7						38.52	11.9
Nov.						1	2		1				48.75	12.9
Dec.						3	13	15	6				50.74	8.4

るような成長過程をとり，CはDの過程を経て成長のよいものはFに，成長の遅いものはAを経て越冬し，翌年EからFに成長するのではないかと考えられる。

このようなことから，成長の速いものは発生後満1年で大型産卵群に成長するが，成長の遅いものでは発生後満1年で体長約60㎜に達し，発生後満2年目で大型産卵群（体長約84㎜）に成長するものと推定される。

次に，雄の体長組成のモードの位置をみると，10月に37.5㎜，12月に52.5㎜，1月に42.5㎜，2月に37.5㎜，3月に47.5㎜，4月に52.5㎜，5月に57.5㎜，6月に62.5㎜，7月に57.5㎜，8，9月には62.5㎜のところに認められる。12月を除くと，1～9月までのモードの推移には前年発生群に由来する一連の成長過程

がうかがわれる。これでみると，5月から9月までの産卵期直前から産卵期中は殆んど成長していないようである。産卵期の終りに当る10月以降では，この群は殆んど採集されていないことから，雄の大部分は満1歳で寿命を終るように思われる。しかし，わずかではあるが12月に52.5㎜にモードをもつ群が出現している。これは満1歳群の生き残りと思われ，翌年2歳群として存在する可能性がある。

オキサルエビ *Trachypenaeus longipes* (Paulson)：1976年11月から1979年4月までの期間に体長測定を行ったもので，その資料を雌雄別に月単位で取りまとめて表6．A，Bに示した。2月と5月には標本が得

Table 6. Frequency distribution of body length of *Trachypenaeus longipes*.

A. Female.

Month	Body Length in mm.													
	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65	65～70	70～75	75～80	80～85	85～90	90～95	95～100	100～105	105～110
Jan.		1	1		1	1								
Feb.														
Mar.			1			1	2							
Apr.	3	19	42	17	24	12	1		1					
May														
June		1		1	5	2	1	5	2					
July								6	22	16	8			
Aug.							1		1	3	14	6	1	
Sept.									1		1	7	2	
Oct.		3	10	13	10	6	2	1		3	10	23	18	
Nov.		11	21	25	11	6	6	1	3	3	12	17	12	1
Dec.	3	7	22	18	19	8	15	10	3				2	

B. Male.

Month	Body length in mm.							
	40～45	45～50	50～55	55～60	60～65	65～70	70～75	75～80
Jan.	1	1	1	1				
Feb.								
Mar.			2	1	1			
Apr.	3	17	21	19	7			
May								
June								
July			1		4	10		
Aug.		1				2	5	2
Sept.		1			1		4	
Oct.		10	11			3	20	3
Nov.	1	11	22	1	1	11	23	4
Dec.	2	11	21	14	3		1	

られず，ほかの月も標本数が少ない場合がある。

表6．Aから雌の体長組成の平均値の月別推移をみると，1月には平均体長57.5㎜，3月には66.2㎜，4月には56.1㎜となっており，1～4月の期間ではあまり成長していないようである。ところが6月に入ると平均体長69.3㎜，7月には85㎜，8月には92.3㎜のところに移り，6～8月までの期間には急速に成長しているように思われる。9月に入ると96.3㎜に達している。10月以降では今まで平均体長を追跡してきた大型群のほかに小型群が新たに出現している。

10月の体長組成をみると，体長45～80㎜のもので平均体長59.3㎜の小型群と体長85～105㎜で平均体長97.6㎜の大型群が認められる。11月でも同様に体長範囲45～80㎜（平均体長57.5㎜）の小型群と75～110㎜（平均体長95.9㎜）の大型群が出現している。12月には体長40～85㎜（平均体長62.3㎜）の小型群が大部分を占め，大型群は100～105㎜のところにわずかに2尾みとめられただけである。

これらの推移からみて，9から12月までの期間では大型群の成長は殆んど認められず，9月で成体に達したエビはその後産卵し，産卵を終えたものは次第に衰弱し死滅するものと推察される。

新たに添加した雌の小型群は10～12月の期間では体長階級値57.5㎜にピークをもつ群として出現している。この群は1月以降では上述の大型群の成長過程をたどるものと思われる。

次に，雄の月別体長組成の平均値をみると，1月には50.0㎜，3月には56.3㎜，4月には53.2㎜となっている。雌と同様に1～4月にはあまり成長していないようである。6月には雄は採集されず，7月に入り65.2㎜，8月

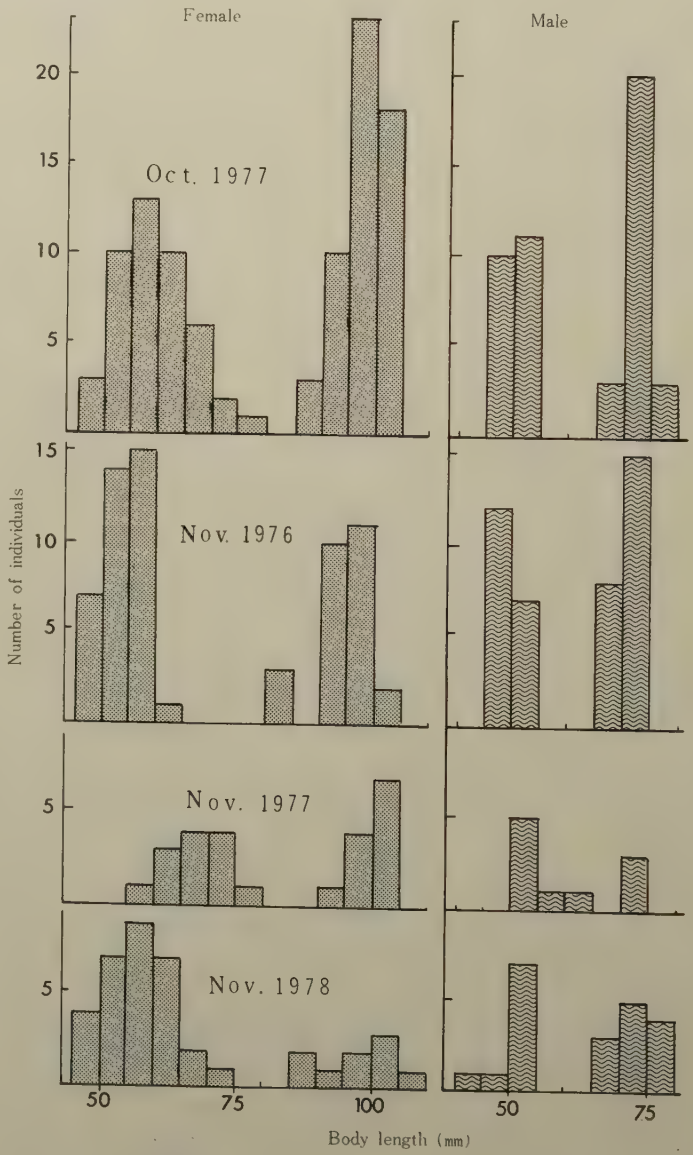


Fig. 7 Frequency distribution of body length of *Trachypenaeus longipes* caught off Kochi.

には72.5㎜となっており，5月以降8月までの間に成長するものと思われる。

8月から12月までは各月とも体長階級値72.5㎜のところにモードをもつ大型群が認められるが，この期間には殆んど成長していないようである。10～12月には体長階級値52.5㎜のところにモードをもつ小型添加群が出現しているが，これは1月以降の大型群の成長過程に連らなるものと推察される。

以上，雌雄別に体長組成の推移について述べたが，10，11月の測定資料をさらに詳しくみるために年別に示したものが図7である。この図をみればわかるように，雌雄いずれの場合にも2つのモードが形成されているのがうかがわれる。

前に述べたように本種の産卵期は9～11月と推定される。この時期に発生したものが9月以降に出現するものと思われるが，この調査の範囲内ではそれを確認することはできなかった。

ここで一つの問題は10月の小型群の取扱いである。もし，この群を8月の早期発生群としてみても，わずか2か月間で雌の平均体長59.3㎜の群に急速に成長していくと言うことは，大型群の4～9月の成長期に約40.5㎜成長することに比べて成長がよすぎるように思われる。また，この時の小型群の大部分は成熟に近い個体（淡緑色）であることから考えて，早期発生群に由来するものとは考え難い。

そうすると，10月の小型群（平均体長は雌で59.3㎜，雄で50.1㎜）は前年発生群で満1歳群にあたるものと推定せざるを得ない。したがって大型群が満2歳群にあたり，これを平均体長で示すと，雌では97.6㎜，雄では72.5㎜に達することになる。

要　　約

土佐湾で1976年11月から1979年4月にかけて実施した調査船こたか丸による小型底びき網試験操業による漁獲物並びに御畳瀬（おたたせ）魚市場に水揚されたものの中から標本を採集し，サルエビ属3種の外部形態と生態について検討した。

得られた結果は次のとおりである。

1. サルエビについては今まで各地で採集されているが，今回報告されたシラガサルエビとオキサルエビは，日本周辺での採集記録として，はじめて土佐湾から採集されたものである。

2. シラガサルエビ（*Trachypenaeus albicomus*）：第2触角鞭の色が白いことから，通称“シラガエビ”と云われている。額角上縁棘数は6から9で，8棘を有するものが最も多い。額角から後方に続く頭胸甲背面正中線上の隆起は，頭胸甲のほぼ中央より後方で消失している（図1，図版1，**B**）.

3. オキサルエビ *Trachypenaeus longipes*（Paulson）：額角は雌雄ともほとんど水平で上方に湾曲していない。額角の上縁には8～11棘があり，9棘の場合が最も多い。第5胸脚長はサルエビやシラガサルエビよりも長い（図3）。

4. 分布水深はサルエビが50m以浅，シラガサルエビが40m以浅であるのに対し，オキサルエビでは40mから88㎜までのやや深みに分布している。

5. 土佐湾におけるこれら3種の漁獲状況をみると，サルエビは少なく，シラガサルエビが最も多く，次に，オキサルエビが多い。

6. 産卵期は，サルエビが5～9月，シラガサルエビが6～10月，オキサルエビが8～11月と推定される。

7. サルエビ属3種の成長についてみると，サルエビとシラガサルエビの雌雄別月別体長組成から同一年級の成長過程を追跡することはできなかったが，成長の速いものでは発生後満1年で親エビに成長し，産卵後死滅するが，成長の遅いものは越冬して2歳群として存在するものとがあるようである。

オキサルエビの場合，雄は発生後満1歳で体長50.1㎜，満2歳で体長72.5㎜，雌では発生後満1歳で体長59.3㎜，満2歳で97.6㎜に達するものと推定される。

文　　献

1）Kubo, I., 1949: Studies of Penaeids of Japanese and its adjacent waters. Jour. Tokyo coll. Fish., 36 (1), 1—467.

2）林　健一・長尾　信・通山正弘，1978：土佐湾に産するサルエビ属の２種，昭和53年度日本水産学会春季大会講演要旨集，16.

3）久保伊津男，1965：新日本動物図鑑〔中〕，591—600.

4）岸上鎌吉，1900：本邦産くるまえび属．水産調査報告，8（1），1—34.

5）中澤毅一，1930：重要蝦蟹類第２報告，車蝦類似ノ種類．水講報，11（2），22—39.

6）長田正男・谷崎正生・中澤毅一，1931：熊本縣産車蝦類ニ関スル調査研究（第１報）．熊本県水試，1—28.

7）Yokoya, Y., 1933: On the Distribution of Decapod Crustaceans inhabiting the Continental Shelf around Japan, chiefly based upon the Materials collected by S. S. Sōyō-Maru, during the Year 1923—1930. Jour. coll. Agr. Tokyo. Imp. Univ., Vol. Xll, 1—226.

8）吉田　裕，1960：有明海のエビの生態，生活史に関する研究．1—44，謄写印刷.

9）前川兼佑・八柳健郎，1953：山口県瀬戸内海産重要生物の生態学的研究，さるえび，あかえび，とらえびの生態学的研究．山口県内海水試調査研究業績，5（1），1—10.

10）八柳健郎・松清恵一，1951：秋期及び春期に於けるアカエビ，トラエビ，サルエビの大きさ，性比及び胸甲長と体長との関係．日水誌，16（12），182—183.

11）安田治三郎，1956：内湾における蝦類の資源生物学的研究（Ⅱ），各論　各種類の生態に関する研究．内水研報告，（9），1—81.

12）安田治三郎・篠岡久夫・小林歌男，1957：瀬戸内海のエビ漁業の合理化に関する研究，Ⅱ．エビ類の種類，分布，移動並びに組成について．内水研報告，(10)，28—36.

13）安田治三郎，1949：サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson) の生態に關する二・三に就て．日水誌，15（4），180—189.

14）小坂昌也，1979：仙台湾産サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson) の生態．東海大学紀要海洋学部，(12)，167—172.

15）高知県水産試験場，1976：土佐湾における底魚資源調査実施状況，昭和52年春期南西海区長期漁況海況予報会議資料，15—17.

16）池末　弥，1963：有明海におけるエビ・アミ類の生活史，生態に関する研究．西水研報告，(30)，1—124.

17）Miyake S., Sakai K. and S. Nisikawa, 1962: A faunal list of the Decapoda Crustacea from the coasts washed by the Tsushima Warm Current. Rec. Ocean. Wrks. Jap. Spec. No. 6, 121—131.

18）阪本俊雄・林　健一，1977：紀伊水道における小型底曳網漁業のエビ類，日水誌，43（11），1259—1268.

19）K. Hayashi and M. Toriyama, 1980: A new species of the genus *Trachypenaeus* from Japan (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). This Bull., (12), 69—73.

20）久保伊津男・吉原友吉，1957：水産資源学，共立出版，103—113.

Plate 1

A. *Trachypenaeus curvirostris* (Stimpson)

B. *Trachypenaeus albicomus* Hayashi et Toriyama

C. *Trachypenaeus longipes* (Paulson)

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 93~103 (1980)

マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布について

小　西　芳　信

Vertical Distribution of Eggs and Larvae of Sardine, *Sardinops melanosticta* (T. et S.), and Round Herring, *Etrumeus micropus* (T. et S.)

Yoshinobu KONISHI

In the present paper, the vertical distribution of eggs and larvae of the sardine and the round herring are described on the basis of ichthyoplanktonic surveys carried out in February 4-8, 1977 and February 11-13, 1978. In the former survey, 136 samples were collected by *Maruchi* and MTD nets in the coastal and offshore sea regions from Shiono-misaki to the Satsunan Sea, and in the latter survey 156 samples from Tosa Bay.

The results are summerized as follows:

1) Sardine eggs were distributed in the wide range of depth from 0 m to 100 m; the distribution was most abundant at the surface and fewer in the deeper layers. The eggs of the early and the middle developmental stages were obtained mainly at the shallower layers from surface and sub-surface (0-20 m), and those of late stages were at the middeeper-layers (20-50 m).

2) Sardine larvae of 3-19 mm in total length were collected in these surveys. The larvae of 3-6 mm in total length were obtained mainly between sub-surface and middeeper-layers, and those more than 7 mm in total length were between surface and sub-surface layers (0-20 m).

Judging from these facts, it is suggested that sardine eggs in the early and middle developmental stages were distributed in the upper layers and the latter stage were in the deeper layers.

3) Round herring eggs were distributed in the wide layers from 0 m to 100 m in depth, and the deeper were fewer eggs, as same as those in sardine eggs. But round herring eggs were found in a little deeper layers than sardine eggs.

4) A small number of round herring larvae were collected; the larvae smaller than 6 mm in total length were obtained mainly in the daytime, and those of 7-18 mm in total length in the night-time. These facts suggested that the larvae less than 7 mm in total length are much vulnerable than the larger larvae to the nets.

5) The diurnal vertical migration were observed both in the sardine and round herring larvae more than 7 mm in total length, but were not observed in eggs.

6) Considering the differences in the vertical distribution and the vulnerability to nets, the survival rate of round herring in the earlier life stages seems to be more stable than that rate of sardine.

1979年11月17日受理，南西海区水産研究所業績　第96号

浮魚資源の再生産機構を把握するためには，親（資源量）と仔（加入量）との量的関係，およびこれらの両者に量的な変動をおこさせる機構の究明が必要である。太平洋南西海域は暖海性浮魚類の主要な産卵場となっており，また，ここで漁獲されるものは他海域のそれと比べ若年魚の比率が高い。そのため，卵・仔稚魚などの生活史の初期における加入量変動の機構を明らかにすることが重要な課題となっている。

加入量変動を左右する要因として，(1)産卵親魚の量とその分布，(2)仔稚魚の餌生物の量とその分布，(3)卵・仔稚魚の輸送，(4)卵・仔稚魚期における食害量，などがあげられよう。

これらの中の(3)については，伊東・笠原[1]，笠原[2]，浅見[3]，および服部・加藤[4]の報告がある。これらはいずれも海流びんや海流封筒の漂着状況から表面海流のパターンを推察し，それとの対応で卵・仔稚魚の輸送を論じている。

しかし，田中[5]は，「卵・稚仔の輸送過程を調査する場合，各々の種の発育段階に応じた垂直分布や垂直移動の特殊性を無視することはできない」，と述べている。

ここでは，南西海域におけるマイワシとウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布特性と輸送の機構を把握するために実施した調査結果のうちから，これら両種の卵・仔魚の垂直分布特性を述べ，あわせてその特性を両種間で比較検討した。

本報告をとりまとめるにあたって，ご懇切なご指導とご校閲をいただいた南西海区水産研究所外海資源部三谷文夫部長に厚くお礼申しあげる。さらに，冬季の厳しい条件下の調査に一緒に乗船し，また貴重なご助言を得た同部第1研究室古藤力室長と同花岡藤雄主任研究官，ならびに図版作成に手を煩した同中沢すみ子技官に心からお礼申しあげる。また，この調査を実施するにあたり，多くのご協力を頂いた俊鷹丸（遠洋水産研究所所属）の角田精一船長をはじめ乗組員の方々に対し深甚の謝意を表します。

調 査 方 法

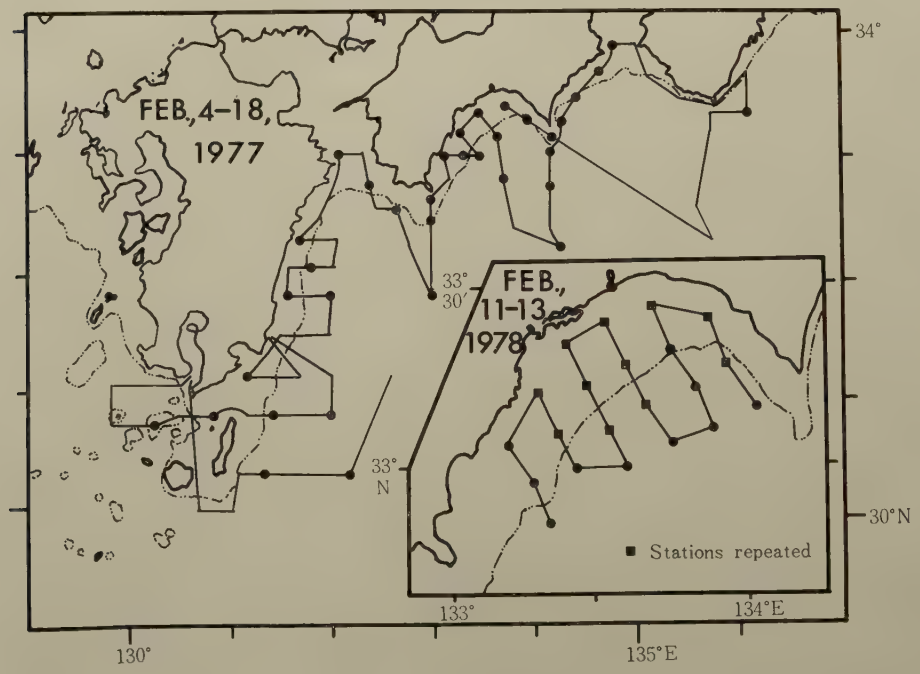


Fig. 1. Map showing hauling positions of *Maruchi* and MTD nets in the southwest region of Japan.

調査は，1977年2月4～18日に潮岬～薩南海域を対象に，また'78年2月11～13日に土佐湾を対象に行い，いずれの年も㋮ネットとMTDネットを曳網した。Fig. 1 は各年毎の調査定線とネット曳網点を示す。㋮ネットは，口径1.3m，側長4.5m，側長の前部2/3は2×2×240Kのクレモナもじ網，後部1/3はNGG54の篩布で，その形は円錐型である。MTDネットは，口径0.56m，側長1.9m，網地はNGG54の篩布で，その形は円筒・円錐型である。前者は表層（口径の約2/3が水中に没するように調整）を，後者は表面下の2～5層の特定層を，それぞれ船速約2ノットで5分間水平曳きした。特に，MTDネットの曳網中は，ワイヤー傾角を45°に保つことによって最大の沪水量を得るようにつとめた。しかし，傾角を45°に保つためにかえって船速が遅くなることもあった。MTDネットの曳網層は，1977年には原則として水面下約10，20，50mの3層（電動測深儀のワイヤーを15，30，70m繰り出した位置にそれぞれのネットを装置した）で，また'78年には水面下15，35，50，70，100mの5層（ワイヤー長は20，50，70，100，150m）であった。しかし，両年とも浅海域ではこれらの曳網数より少ない。Table 1 は各年毎の各層におけるネット曳網数を示している。

Table 1. Number of net hauls at 0, 10, 15, 20, 35, 50, 70 and 100 m layers.

Date	Time	Number of net hauls								Total
		0 m	10m	15m	20m	35m	50m	70m	100m	
Feb., 4-18, 1977	Day	19	17	—	19	—	17	—	—	72
	Night	16	16	—	16	—	16	—	—	64
	Sub-Total	35	33	—	35	—	33	—	—	136
Feb., 11-13, 1978	Day	16	—	16	—	15	13	10	8	78
	Night	16	—	16	—	16	11	11	8	78
	Sub-Total	32	—	32	—	31	24	21	16	156
	Total	67	33	32	35	31	57	21	16	292

なお，調査各点で1977年には，①GEK，②㋮ネット，③MTDネット，および④海洋観測の順に各調査項目を実施し，また'78年には①GEK，②㋮ネット，③海洋観測，および④MTDネットの順に調査を行った。したがって，調査開始から終了までに約40～50分を要し，また㋮ネットとMTDネットの開始時間に15分前後の差があるために，厳密には両ネットは時空間的に同一条件下で曳網したとはいえない。このため両ネットの曳網水域の空間的ずれを少なくするために，ネット曳網中の航跡は円型を描くようにつとめた。

結　果

マイワシの卵・仔魚の垂直分布

2カ年でマイワシについては卵は総計2,2716粒，仔魚は1,734尾を採集した。これを各年毎にみると，1977年には卵は12,726粒，仔魚は399尾であった。また，1978年には卵は9,990粒，仔魚は1,335尾であった。

Table 2 はマイワシの卵・仔魚の各層における1曳網当りの採集数を示す。ただし，表層の1曳網当り採

Table 2. Number of eggs and larvae of sardine and round herring per one haul at aech layer. Number of eggs and larvae by *Maruchi* net (0 m layer) are cut in five, because ratio of mouth length of *Maruchi* net to that of MTD net is about 5.3.

2—A 1977

Species	Life stage	Number of eggs and larvae per haul			
		0 m	10m	20m	50m
Sardine	eggs	54.13 *(89.94, 11.66)	41.24 (36.12, 46.69)	44.40 (43.22, 45.56)	9.97 (14.65, 6.06)
	larvae	0.59 (0.79, 0.35)	2.15 (2.53, 1.75)	4.11 (5.05, 3.00)	2.38 (3.00, 1.88)
Round herring	eggs	2.83 (3.03, 2.60)	5.64 (1.41, 10.13)	7.09 (4.37, 10.31)	1.91 (1.94, 2.00)
	larvae	0.05 (0, 0.11)	0.09 (0, 0.19)	0.17 (0, 0.38)	0.09 (0.06, 0.13)

* (Daytime, Nighttime)

2—B 1978

Species	Life stage	Number of eggs and larvae per haul					
		0 m	15m	35m	50m	70m	100m
Sardine	eggs	49.26 *(91.83, 6.70)	27.34 (32.00, 22.69)	19.58 (28.47, 11.25)	19.13 (28.77, 7.73)	6.95 (8.90, 5.18)	1.31 (2.63, 0)
	larvae	1.84 (1.11, 2.56)	10.44 (16.69, 4.19)	8.29 (13.20, 3.69)	9.75 (16.31, 2.00)	7.05 (11.90, 2.64)	4.25 (8.25, 0.25)
Round herring	eggs	12.41 (13.51, 11.31)	12.41 (10.25, 14.56)	8.06 (9.53, 6.69)	4.96 (6.67, 2.82)	2.00 (1.50, 2.45)	0.69 (1.38, 0)
	larvae	0.16 (0.03, 0.29)	0.22 (0.13, 0.31)	0.58 (0.80, 0.38)	0.58 (1.08, 0)	0.19 (0.20, 0.18)	0.88 (1.63, 0.13)

* (Daytime, Nighttime)

集数は，㋮ネットで採集された卵・仔魚数を1/5(*)することによって，MTDネットの採集数に換算している。また，Fig. 2 は Table 2 を図示したものである。

Fig. 2 より，マイワシの卵は表層から100m層までみられたが（ただし1977年の調査では水深50m層までしか曳網しなかった），表層に極めて多く分布し，この層から下層にむかうにつれてその分布数は減少している。1978年の場合を例にとると，0，15，35，50mの4層の1曳網当り採集数の合計値は，それに70，100mを加えた6層のそれの93%になる。このことから，50m層より深くなるとマイワシの卵は極めて少ないと思われる。1977年と'78年の1曳網当り採集数を比べると，0mと10，15，20m層の採集比は，後者が小さく，また0mと50m層の採集比は，前者が小さい。これは両年の調査海域の相違によると思われる。すなわち，1977年には薩南海域における50m層の卵の採集数が少なかったためである。また，1978年には土佐

※ この換算値は，両ネットの口部面積比から求めた。すなわち，㋮ネットの口径（1.3m）は，MTDネットのそれ（0.56m）の約2.3倍である。したがって，両ネットとも船速2ノットで5分間曳網すると，前者の沪水量は後者の約5.3倍になる。しかしこの値は，前者のネットは口径の上部1/3を空中に出した状態で曳網していること，また，側長部の前部2/3がクレモナもじ網であるためこの部分から卵・仔魚の一部が逸出すること，さらに円錐型をしているため円筒・円錐型のMTDネットより沪過効率が悪いこと，の3点からみて明らかに過大である。しかし，その程度はかならずしも明らかではないので，ここでは一応1/5に換算した。

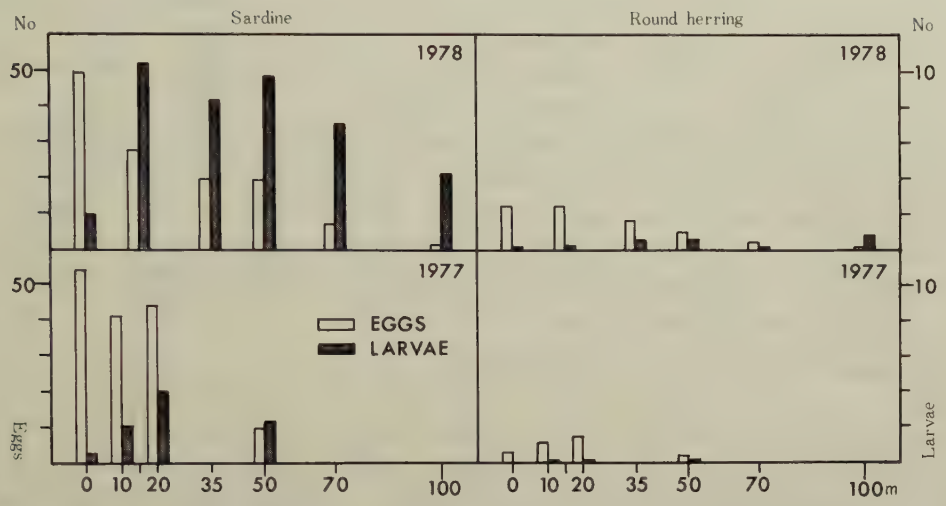


Fig. 2. Vertical distribution of eggs and larvae of sardine and round herring.

湾の表層に多くの卵が分布し，かつ15m層の卵が少なかったためである。

マイワシの仔魚は，両年の結果を合わせてみると15m層から50m層にかけて多く分布している。これは，後述のように，全長3～6㎜台の仔魚がこの層に多数出現したためである。50m層より深くなると仔魚の分布も減少するものの，その減少傾向は卵のそれよりゆるやかであり，また100層の分布数が表層のそれを上回ることからすると，100m以深にもマイワシの仔魚がいくらか分布していると思われる（Fig. 2）。

ウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布

2カ年でウルメイワシの卵は総計3,800粒，仔魚は103尾を採集した。これを各年毎にみると，1977年には卵は995粒，仔魚は21尾であった。また，1978年には卵は2,805粒，仔魚は82尾であった。

Fig. 2 よりウルメイワシの卵はマイワシの卵と同様に表層から100m層までみられ，また下層ほどその分布数は減少している。しかし，1977年には10，20m層の分布数は表層のそれより多く，また'78年には15m層の分布数は表層のそれと同程度である。このことからみて，本種の卵の主分布層は10，20m層であると思われる。また，この層より下層ほど卵の分布数は減少するが，その減少傾向はマイワシの卵のそれよりゆるやかである。ウルメイワシの卵も1978年の場合を例にとると，0，15，35，50mの4層の1曳網当り採集数の合計値は，それに70，100m層を加えた6層のそれの93%を占める。

ウルメイワシの仔魚の採集数は上述のように少ないが，1978年の場合を例にとると，仔魚は100m層に最も多く分布している。しかし，これは土佐湾西部の1定点で1度に13尾を採集したことによる偏りが入っているためであり，実際にはウルメイワシの仔魚は35～50m層に多く分布しているものと思われる（Fig. 2）。

マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の昼間および夜間における垂直分布

Table 2 を参照してマイワシとウルメイワシの卵・仔魚の昼，夜間における分布数の相違をみてみよう。ここで昼間とは07～17時の間であり，また夜間とは17～07時の間である。

マイワシの卵・仔魚では各層の1曳網当り採集数の合計は，2カ年とも昼間における場合の方が夜間のそれより多い。これら昼夜における分布数の多少は，各層においてもほぼ同一傾向を示す。

さらに卵・仔魚の分布層を昼夜別にみると，マイワシの卵では2カ年とも昼間には表層での分布数が極めて多いが，夜間には10，20m層でのそれが最も多くなっている。一方マイワシの仔魚は，1978年の昼間には15，35，50m層に極めて多く分布し，さらに100m層での分布数は表層でのそれより多い。しかし，夜間に

は表層から70m層にかけて多く，中でも15m層で最も多いが，特に表層と15m層の採集比率は昼間のそれより極めて高い。これらのことは1977年の場合顕著でない。

ウルメイワシの卵・仔魚では各層の1曳網当り採集数の合計は，1977年の仔魚を除いて昼間の場合の方が夜間のそれより多い。しかし，この傾向は各層でまちまちである。

ウルメイワシの卵では昼，夜による主分布層の相違が顕著にみられないものの，夜間には10，20m層の採集割合が昼間のそれより高い。また，仔魚は，ややまとまった採集数があった1978年の場合を例にとると，昼間には35，50m層に多く，夜間には表層から35m層に多い。

このように，マイワシの卵は昼間には表層に多く，夜間には次表層（10～20m）に多い。ウルメイワシの卵の分布様相はマイワシのそれ程には顕著ではない。一方両種の仔魚は昼間には次表層から中層(15～50m)に多く，夜間には表層から次表層に多いことがうかがえる。

発生・発育段階別にみたマイワシの卵・仔魚の垂直分布

Fig. 3—Aおよび4—Aは昼夜別にみたマイワシの卵の各層における発生段階別の採集割合を示す。これらは㋮ネットで採集された卵については，A（まだ胚体ができていない段階），B（胚体はできているがその尾部が卵黄に付いている段階），C（胚体の尾部が卵黄から離れた時点からふ化するまでの段階）の各段階の採集割合を百分率で示し，またMTDネットによるA段階（B，Cも同様）の卵は，各層毎にその採集割合を百分率で示したものである。1977年にはA，B段階の卵は，昼間には表層から20m層で採集割合が高く，またC段階の卵は20，50m層で高い。しかし，夜間にはC段階の卵も10，20m層で高くなっている。表層では昼夜ともにB段階の卵の採集割合が最も高く，ついでA，C段階の順である。1978年にはA，C段階の卵は昼間には表層から15m層に多く（夜間には特に15m層に多い），またB段階のものは昼間には0，35，50m層に，夜間には0，15，35m層に多い。

Fig. 3—Bは，1977年のマイワシ仔魚の各層における全長別採集割合を示す。表層では全長3～18㎜台の仔魚が採集されたが，中でも3～6㎜台と11～18㎜台の体長階級で採集割合が高く，そしてこれらの中間にある階級では低い。しかし，全長3～4㎜台の仔魚の採集割合は20m層で最も高く，ついで50，10m層でも多い。さらに成長した仔魚は50m層では少なくなり，逆に20m以浅層で多くなる。この傾向は昼夜をとわずみられる。1978年の結果をFig. 4—Bに示す。ここでも昼夜のいずれもふ化後間もない仔魚は中層（35～50

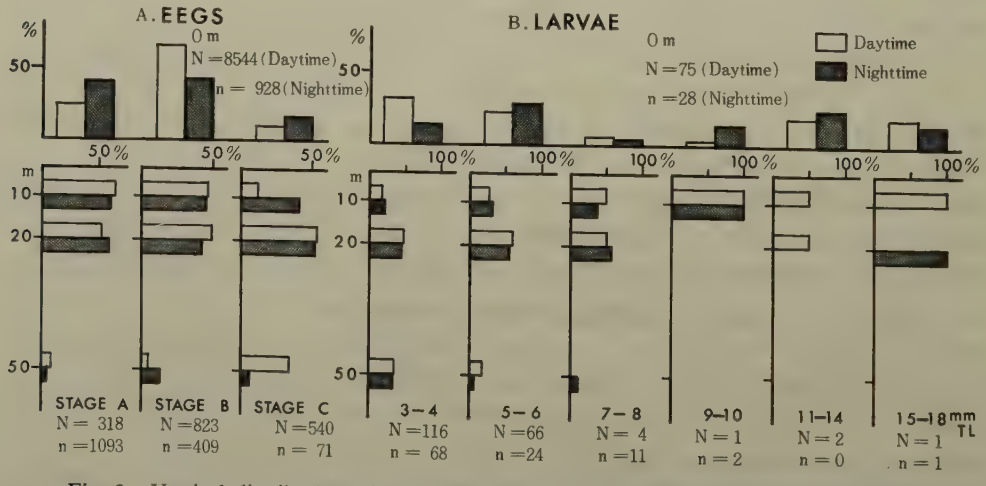


Fig. 3. Vertical distribution of sardine eggs and larvae in 1977. Percentage of each stage of eggs and each range of total length of larvae are given from each of *Maruchi* and MTD nets, respectively.

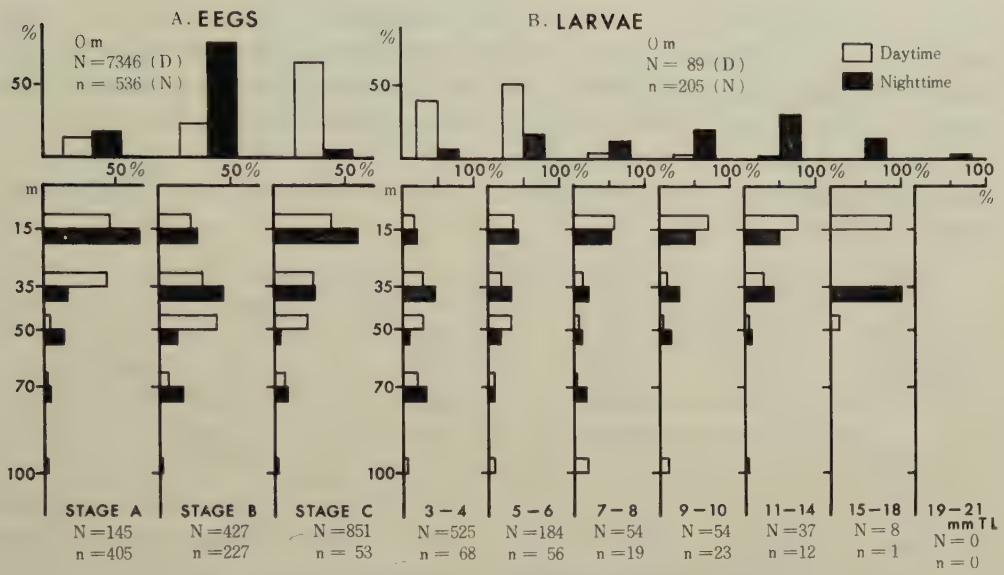


Fig. 4. Vertical distribution of sardine eggs and larvae in 1978.

m）に多く，そしてさらに成長するに従ってより上層で多くなる傾向が認められる。すなわち，全長3～4㎜，および5～6㎜台の仔魚の主分布層は，それぞれ15，35，50，70m層（特に35，50m），および15，35，50m層にみられる。そして，全長7㎜以上の仔魚は70m以深層では極めて少なくなり（全長7～10㎜台の仔魚が100m層で若干多いが，これは土佐湾西部の1定点で仔魚が多数入網したためである），逆に昼間には15m層で，また夜間には表層から多く採集されている。

発生・発育段階別にみたウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布

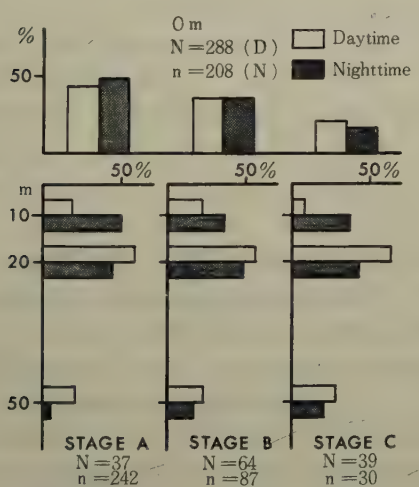


Fig. 5. Vertical distribution of round herring eggs in 1977.

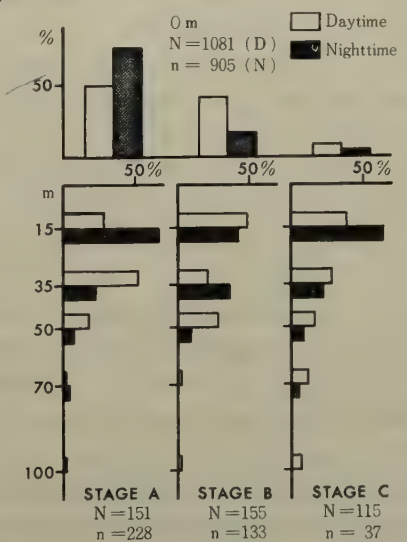


Fig. 6. Vertical distribution of round herring eggs in 1978.

Fig. 5 および 6 は発生段階別にみたウルメイワシの卵の垂直分布を示す。Fig. 5 より1977年のA，B両段階の卵は昼間には20m層で採集割合が最も高く，また0，10，50m層からもかなり採集されている。一方，夜間には10，20m層で採集割合が高い。つぎにC段階の卵は昼間には20m層で最も多く，また50m層におけるC段階の卵の採集割合はA，B段階のそれより高い。しかし，夜間にはC段階の卵も10，20m層で多くなっている。Fig. 6 の1978年の昼間にはA段階の卵は，0，35m層で，またB段階のものは0～15 m 層に多く，そしてC段階のものは15，35m層で多くなっている。一方，夜間にはA，B，C段階の卵はともに15m層で多くなっている。

Table 3. Number of larvae of round herring at each layer in 1978. Sub-total; by daytime and nighttime: Total; sum of daytime and nighttime.

Net haul layer	Number of larvae												Sub-total	Total
	3—4 mm		5—6 mm		7—8 mm		9—10mm		11—14mm		15—18mm			
0m	*a1	*b(0)	1	(1)	0	(1)	0	(4)	0	(11)	0	(6)	2(23)	25
15m	1	(3)	1	(0)	0	(2)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	2(5)	7
35m	3	(3)	7	(3)	1	(0)	0	(0)	1	(0)	0	(0)	12(6)	18
50m	1	(0)	10	(0)	1	(0)	1	(0)	1	(0)	0	(0)	14(0)	14
70m	0	(1)	2	(1)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	2(2)	4
100m	3	(1)	9	(0)	1	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	13(1)	14
Total	9	(8)	30	(5)	3	(3)	1	(4)	2	(11)	0	(6)	45(37)	82

*a: Daytime *b: Nighttime

つぎに，ウルメイワシの仔魚について採集数のやや多い1978年の場合を例にとると（Table 3），昼間には全長3～6 mm台の仔魚の採集数が多く，特にこれらは35mから100 mの各層に多い。そして，全長7～14mm台の仔魚もこれらの層に若干みられる。一方，夜間には全長7～18mm台の仔魚の採集数はこれ以下のもののそれを上回り，そしてこれらのほとんどは表層で採集されている。また，全長3～8 mm台の仔魚は50m層以外の各層でみられるが，15，35m層で若干多い。このように昼夜でウルメイワシの仔魚の体長組成は異なるが，昼夜を通じてみると，発育初期のものは中層から次表層に多く，一方やや発育の進んだものは次表層から表層に多く分布していると思われる。

考　　察

伊東[6]は，能登半島の北部の海域でマイワシの卵の垂直分布について調査した結果，「卵は表層からすくなくとも70mの深い層まで分布し，時期によりさらに海域により分布型は異なるが，強いていえば30m以浅に多いといえよう」，と述べている。今回太平洋南西海域で2カ年に67点292曳網から得られたマイワシの卵の平均的垂直分布は，表層から下層に向って減少しながらも100 m層までみられたが，特に50m以浅に多く分布し，逆にこれより深くなると少ないことが示唆された。このことは伊東の結果とほぼ一致する。しかし早野[7]は，九州西岸での調査から50m以深層にも相当量のマイワシの卵が分布していることを指摘している。確かに今回の結果を詳細にみると，50mより下層でも50m層およびそれより上層に匹敵するほどの卵の採集がみられた定点もあった。しかし，このような定点は1978年には32点のうちの4点にすぎず，この4点のうちの2点では10～20m層に顕著な躍層（水温差1.3，1.9℃）がみられ，これが本来浮上すべき卵群を

下層におしとどめていたのではないかと推測される。

マイワシの卵の発生段階別の垂直分布について，伊東[6]は上述に続いて，「発生後期には上層あるいは中層，さらに上層～中層にかけて分布しているが，発生初期～中期にかけては徐々にではあるが浮上する卵群があり，発生後期には卵全体として沈下し，その結果中期時代のものに比べて表層には少なくなり，中層に集中する傾向がある」，と述べている。このこともまた今回の結果と一致している。すなわち，潮岬～薩南海域を調査海域とした1977年には発生初期～中期の卵は表層と次表層に多く分布し，一方発生後期のそれは次表層と中層に多く分布していた。しかもこのことはこの年のマイワシの主産卵場であった土佐湾と薩南海域の各々についてもいえる。しかし，1978年には表層に発生後期の卵が多数分布していたために，このことは見い出せなかった。

マイワシの仔魚の平均的垂直分布を発育段階別にみると，2カ年ともふ化直後の全長3㎜台から6㎜台までの仔魚は中層に多く分布し，さらにこれより大きいものから全長21㎜台までの仔魚の主分布層は次表層，表層に移ることが示唆された。このことは先述の伊東[6]が，稚魚網（水面下1m以浅の水層を5分間水平曳）と㊤ネット（垂直曳）の両ネットで採集されたマイワシの仔魚の体長組成にみられる相違から，「マイワシの前期稚仔および後期稚仔の初期には昼夜をとわず表層に分布しないが，より成長した後期稚仔では表層に昼夜をとわず分布している」，と述べていることと矛盾しない。

ウルメイワシの卵の垂直分布も，基本的にはマイワシのそれと同一傾向を示している。しかし，本種の卵は伊東等が[6),8)]が指摘しているように，マイワシの卵よりやや下層に主分布層がある。したがって，ウルメイワシの発生初期～中期の卵が浮上し，発生後期に沈降する現象は，マイワシの場合よりやや下層で行われていることが，1977年の調査結果から示唆される。しかし，1978年の調査ではこのことは明確ではない。

一方，ウルメイワシの仔魚をみると，採集数は少ないが1978年には昼間に採集された仔魚の体長組成は夜間のそれより小さい傾向がみられた。このことは，ウルメイワシの仔魚のネットに対する逃避力が昼夜で異なるためと思われる。すなわち，全長7㎜以上の仔魚の運動力はそれ以下のものと比べて活発であるが，昼間には仔魚はネットの存在を視覚によって察知して逃避する。一方，夜間には仔魚の視覚能力が落ち，もはや持っている運動力ではネットから逃避できなくなると思われる。しかし，昼夜を通じてみると，ふ化後間もない小さい仔魚は中層と次表層に分布し，より成長したものは次表層と表層に分布が移ることが示唆された。

このようなマイワシとウルメイワシの卵・仔魚の発生・発育段階別にみられた垂直分布特性は，田中[5]が一般的な魚卵・仔稚魚の垂直移動について考察している中の「個体発生の法則性に基づく垂直分布の変化」，を説明するものである。

また，田中[5]は上記の他に魚卵・仔稚魚が日周期的に垂直移動することを考察している。そして，SELIVERSTOV[9]もノールウェイ海のニシン仔魚でこの2つの垂直移動について報告している。

本報でも，マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の昼夜における垂直分布の相違をみた。しかし，仔魚ではこのことを説明する結果が得られたが，卵では不明確であった。すなわち，マイワシの卵は昼間には表層に多く，一方夜間には次表層に多い傾向がみられた。これは昼間に表層で多かった発生段階の卵が夜間には次表層で多くなり，逆に昼間に次表層と中層で多かった発生段階のものが夜間には次表層で多くなったためである。ウルメイワシの卵にも1978年にはほぼこの傾向がみられた。

一方，マイワシとウルメイワシの仔魚，特に全長7㎜以上のものは昼間には次表層に分布し，夜間には表層に浮上することが示唆された。

このように，マイワシとウルメイワシの仔魚の発育段階別にみた垂直分布特性は，卵の場合より明確に把握できた。卵がはっきりしないのは，調査方法の問題（卵・仔魚の垂直分布特性についてのこれらの推論を野外で観察するためには，静隠な海域で大きな産卵親魚群から放卵された卵群を時系列的に追跡して採集することが望ましい）もさることながら，卵は周囲の環境，特に海水の流動の影響を受けやすく，このため卵

自身が持つ垂直分布特性が海水流動によってかき乱されるためであろう。一方，逆に仔魚（特に卵黄を吸収してロが開口した後の全長7㎜以上のもの）は，自身の垂直分布特性を発現するに足る流れに対する運動力を持ち合わせているためと思われる。

さらに，マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布特性に相違がみられる。すなわち，前者の卵・仔魚の垂直的生活圏は後者のそれと比べて相対的にやや上層にずれていることが示唆される。このことから，一般的には海水流動が表層付近で最も強いことを考えあわせると，マイワシの卵・仔魚はウルメイワシのそれらより広範囲に分散されやすいと思われる。また，仔魚の運動力をネットに対する逃避力から推測すると，ウルメイワシの仔魚の運動力はマイワシのそれより活発であると思われる。このことは，仔魚の主な餌生物であるコペポーダのノープリウス幼生の垂直分布量が一般的に深くなるほど少なくなること[10]からみて，マイワシの仔魚よりやや下層に分布するウルメイワシの仔魚にとって餌生物を捕獲するための適応的現象であり，そして餌生物をめぐる両種の仔魚間に競合があるとすれば（特に夜間），活発な運動力を有するウルメイワシの仔魚に優位性を与えるものであると考えられる。

このようにみてくると，生活史の初期における両種の垂直分布層の相違（マイワシは比較的上層，ウルメイワシはマイワシよりもやや下層）は，ウルメイワシに対するよりもマイワシに対して卵・仔魚をより広く分散分布させる効果を果すであろう。したがって，マイワシの方がウルメイワシよりも条件がよければ加入量をより増大させる可能性をもっている。一方，ネットに対する逃避力の相違（ウルメイワシの方がマイワシよりも強い）は，ウルメイワシの餌の捕獲能がマイワシのそれよりも強いことを示唆している。このことと，ウルメイワシの主分布層がやや下層にあって逸散されにくいこととは，ウルメイワシに対してマイワシよりも生き残り率をよくする[8]効果をもつであろう。したがって，ウルメイワシの方がマイワシよりも加入量を安定させる可能性をもっている。

これらの理由により，マイワシの加入量変動ははげしく，一方，ウルメイワシのそれは比較的安定しているものと思われる。

要　　約

マイワシとウルメイワシの卵・仔魚の垂直分布特性と輸送の機構を把握するために，1977年2月4～18日と'78年2月11～13日の期間中に産卵調査を行った。前者では潮岬～薩南海域の35定点で㋮ネットとMTDネットを計136曳網し，後者では土佐湾の32定点で両ネットを計156曳網した。

ここでは，両種の卵・仔魚の平均的な垂直分布特性について述べたが，それらを要約すると以下のようになる。

(1) マイワシの卵は表層から100m層までみられたが，中でも表層に最も多く分布し下層ほど少なくなる傾向がみられた。また，卵の分布層を発生段階別にみると，発生初期～中期のものは浮上して表層から次表層（0～20m）に多く，発生後期のものは沈降して次表層から中層（20～50m）に多くなる傾向がみられた。

(2) マイワシの仔魚としてはふ化直後の全長3㎜台から19㎜台のものが採集された。そして，全長3～6㎜台のものは次表層から中層（20～50m）に多く分布し，さらに成長したものは表層から次表層（0～20m）に移ることが示唆された。

(3) ウルメイワシの卵の主分布層は，マイワシのそれよりやや下層にあると思われる。したがって，発生初期～中期のものが浮上し発生後期には沈降する現象が，マイワシの場合よりやや下層で行われていることが示唆された。

(4) ウルメイワシの仔魚の採集数は少ないが，昼間には6㎜台以下のものが，また夜間には全長7～18㎜台のものが採集された。これは，全長7㎜以上のものは，ネットを逃避しうるほどの活発な運動力を有しているためと思われる。しかし，昼夜間を通じてみると，小さい仔魚は中層（35～100m）に多く，さらに

成長したものは次表層から表層（0～35m）に多いことが示唆された。

(5) およそ全長7㎜以上の両種の仔魚は，垂直的日周期活動をすることが示唆されたが，卵では明確には把握できなかった。

(6) マイワシとウルメイワシの生活史の初期における垂直分布層やネットに対する逃避力の差からみて，ウルメイワシの生き残り率はマイワシのそれより安定していると考えられる。一方，マイワシはその後の生き残り条件がととのえば加入量を増大させる可能性をもっている。

これらの理由により，マイワシの加入量変動ははげしく，一方，ウルメイワシのそれは比較的安定しているものと思われる。

文　　献

1）伊東祐方・笠原昭吾，1958：海流封筒の漂着状況からみた日本近海におけるマイワシ卵・稚仔の移行—Ⅰ．1957年の結果について．日水研年報，（4），65—76.

2）笠原昭吾，1958：1956年春季能登近海の表層流とマイワシ卵・稚仔の移行についての考察．日水研年報，（4），77—85.

3）浅見忠彦，1962：太平洋南区のカタクチイワシ *Englauris japonica* (Houttuyn) に関する研究．南海水研報，(16)，1—55.

4）Hattori, S., & H. Katoh, 1966: Surface current in the southern waters off Japan viewed from drift bottle experiment, with special reference to translocation of fish eggs and larvae. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., (45), 1—30.

5）田中　克，1976：卵・稚仔の離合集散に関する生態学的考察．水産海洋研究会報，(28)，79—89.

6）伊東祐方，1961：日本近海におけるマイワシの漁業生物学的研究．日水研報，（9），1—227.

7）早野孝教，1953：産卵調査の検討としての基礎調査．昭和28年度いわし資源担当者会議資料，117—124.（謄写刷）

8）水産庁調査研究部，1972：日本近海主要漁業資源，1—189.

9）Seliverstov, A. S., 1973: Vertical migrations of larvae of the Atlanto-Scandian herring (*Clupea harengus* L.). The early life history of fish (ed. by J. H. S. Blaxter), Springer-Verlag, 253—262.

10）農林水産技術会議，1962：イワシ類後期仔魚期の食餌と加入量との関係．昭和36年度水産資源に関する共同研究推進会議報告書，102—121.

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 105~114 (1980)

別府湾奥深部域に特徴的に生息する2種のベントス，*Lucinoma annulata*（二枚貝）と，*Aricidea sp.*※（多毛類）の分布

玉　井　恭　一

Distribution of Two Characteristic Benthos, *Lucinoma annulata* (Bivalvia) and *Aricidea* sp. (Polychaeta) in the Innermost and Deeper Part of Beppu Bay

Kyoichi TAMAI

Sampling of benthic animals in Beppu Bay were carried out three times, in November-December 1975, July 1976 and November 1977. Two characteristic benthos, namely *Lucinoma annulata* and *Aricidea* sp. were found in the innermost and deeper part of the bay. The characteristic occurrence of *L. annulata* in the deeper zone of the bay was formerly reported by MIYADI (1941).

Comparing the record of distribution in the previous paper with results of the present study, upper boundary of vertical distribution of *L. annulata* has extended to shallower part in the present study, on the other hand, azoic area was found at the deepest part of the bay where the species formerly occurred.

These changes of distributional area of *L. annulata* in recent years seemed to be mainly influenced by dissolved oxygen deficiency of bottom water and the resultant decrease of other competitive benthic animals.

It was found that shell length of this species became large with increasing water depth, but the reason is not clearified yet.

宮地[1]は別府湾奥深部域にはツキガイ科に属する中型二枚貝の1種，ツキガイモドキ *Lucinoma annulata* が高密度で生息していることを指摘し，海域環境との関係を述べている。また，長浜[2]は本湾における有孔虫の分布を調査し，深部域には *L. annulata* に伴って *Bulimina marginata* と *Eponides rapendus* の2種の有孔虫が優占的に出現することを見い出している。

1975年から1977年にかけて別府湾全域のベントス調査が行われ，同湾奥深部域には多毛類の Paraonidae に属する *Aricidea* sp. が特徴的に生息していることが新たに見い出された。本種は少なくとも本邦未記録種であり，*L. annulata* とともに別府湾奥深部域を代表する主要なマクロベントスであることが明らかにされた。このような特異な分布を示す2種のベントスの出現の様相とそれらを取りまく物理・化学的，または生物学的な環境との関係に関して若干の知見を得たのでここに報告する。本研究は「埋立の漁業環境への影響に関する調査研究」の一環として行った。

本論にはいるに先立ち，本論文に対し有益な助言を与えていただいた九州大学教授菊池泰二博士および多毛類の同定に関し御指導いただいた国立科学博物館の今島実博士に謝意を表します。本論文を通読され懇篤なる指導と校閲の労をとられた南西海区水産研究所海洋部長服部茂昌博士，外海資源部長三谷文夫博士に対

1979年11月17日受理，南西海区水産研究所業績　第97号

※ 本種の種名については今島実博士により *Aricidea fragilis* 又はその極く近縁種と同定されたが，なお検討を要する。

し，それぞれ感謝の意を表します。また調査に際してご協力いただいた南西水研所属しらふじ丸の小滝船長以下乗組員の方々に厚くお礼申し上げます。

方　　法

第1回調査は1975年11月30日～12月2日の3日間，別府湾の南半分を中心とした27地点で，また第2回・第3回調査は別府湾内全域を対象とした38地点で，1976年7月2～4日と1977年11月29・30日にそれぞれ実施した。調査採集地点は Fig. 1 に示した。調査はいずれも当水研のしらふじ丸によって行った。採集は原

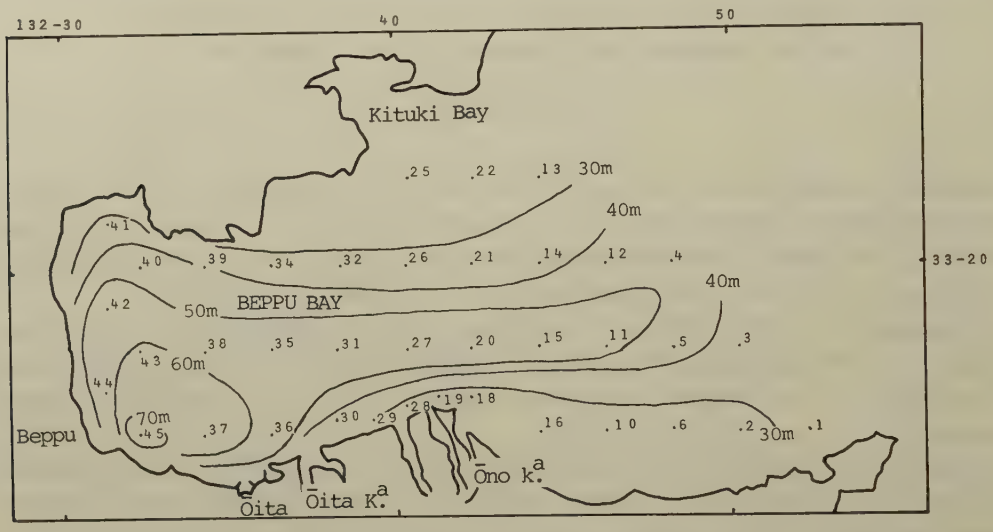


Fig. 1　The map of Beppu Bay showing isodepth contours and sampling stations.

則としてスミス—マッキンタイヤ型採泥器（採泥面積，0.1㎡）により各地点2回ずつ行い，直ちに船上で1㎜目のフルイを用いて採集泥から生物を選別し，ホルマリンで固定した。その後のベントス重量・個体数の計測，種の同定は研究室に持ち帰り実施した。

結　　果

別府湾は九州の北東部に位置し，その面積は約475㎢，平均水深は約36mで，湾奥南側には水深70mを越す深部域がみられる。水深50m以上の水深帯は湾の南岸寄りを湾口部に向って伸びており，湾口部付近はやや浅い鞍部を形成し，湾外に向うに従って再び深度を増している（Fig. 1）。

湾奥深部域における水温・塩分・溶存酸素量の鉛直分布を久岡ら[3]，塩沢ら[4]の別府湾調査結果および大分県水産試験場漁況海況予報事業結果報告書[5]に基づいて示したものが Fig. 2 である。各資料はそれぞれのベントス調査にほぼ相当する時期のものを用いている。Fig. 2 から明らかなように，水温と溶存酸素量は水深50～60mを境にして急激に低下する。また，塩分は底層付近でいくぶん高かんとなる傾向がみられるが，顕著ではない。

湾奥深部域を中心とした海域を湾内の他の海域と比較した場合，底層水温は年間を通して9～18℃程度[5]とかなり低く，季節による温度差が少ない。また，湾奥深部域は地形的にみて底層流が微弱で停滞性の強い海域になっているものと推測される。そのため水中の有機物が沈降・堆積しやすく，成層期には底層の溶存酸素量がかなり減少し[4),5]，それに伴う硫化水素の発生もみられる[4]といったいわゆるベントスの夏季死圏

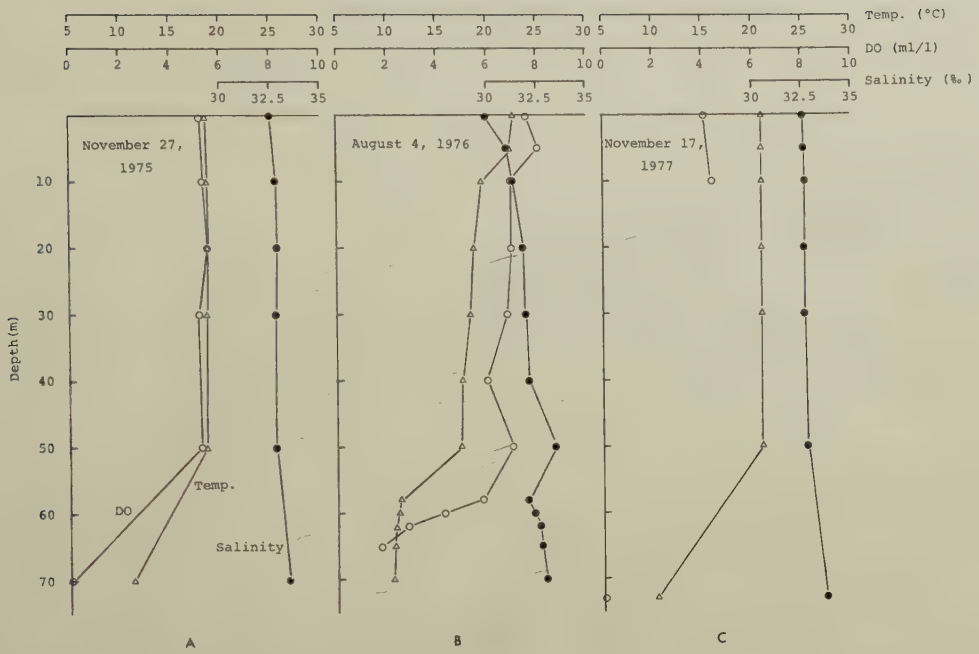


Fig. 2 The vertical distributions of temperature, salinity and dissolved oxygen at the deeper part in Beppu Bay. A: after HISAOKA, M. et al. (1976) B: after SHIOZAWA, T. et al. (1977) C: after Oita Prefectural Fisheries Experimental Station (1978).

Table 1. Some sampling data of L. *annulata* and *Aricidea* sp.

Date	No. of Sampling stations	*L. annulata*		*Aricidea* sp.	
		No. of positive stations	No. of specimens	No. of positive stations	No. of specimens
Nov. 30–Dec. 2 1975	27	7	48	4	34
July 2–4 1976	38	6	22	4	32
Nov. 29, 30 1977	38	6	39	3	14

型の生息環境状況に近い状態を呈している。

Table 1. に *L. annulata* と *Aricidea* sp. の出現地点数および採集個体数を，また Fig. 3—A～D に両種の分布域をそれぞれ示した。出現地点数は *L. annulata* で6～7地点，*Aricidea* sp. で3～4地点であり，生息域における平均生息密度は前者で18～34個体/m^2，後者で23～43個体/m^2程度である。また，Fig. 3から明らかなように両種の分布域は湾奥深部域を中心とした海域に限られており，より浅い海域には全く生息していない（1975年11～12月調査における st. 10—水深36m—で *L. annulata* 幼貝1個体が採集された一例を除く）。

Fig. 3—Aは宮地[1]の調査による1940年8月の *L. annulata* の分布を示したものである。宮地の調査で使用された採泥器は採泥面積わずか1/50m^2のエクマン—レンツ型採泥器で，かつ1地点あたり1回の採泥にもかかわらず水深61～73mで実施された16地点すべてから本種が採集され，水深60mより浅い水域の42地点

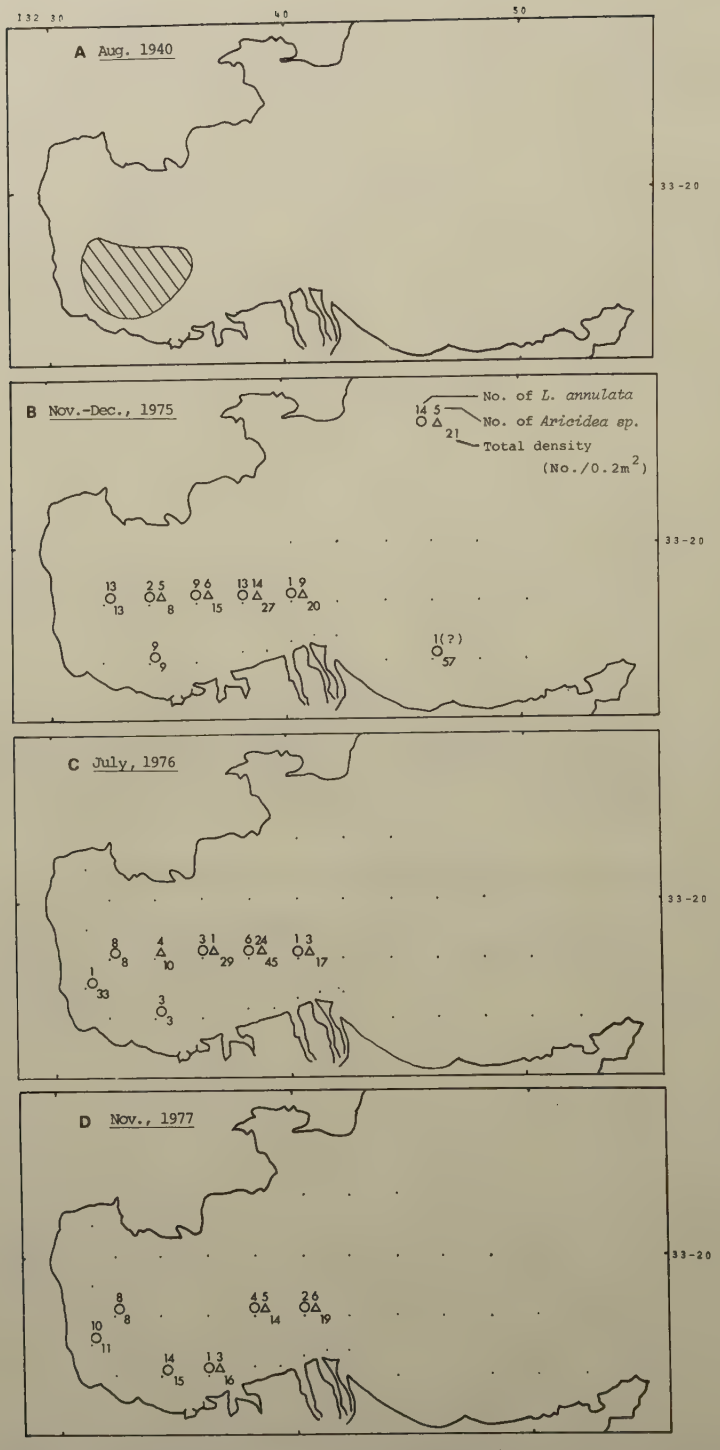


Fig. 3 The distribution of two characteristic animals.
A: *L. annulata*. After MIYADI, D. (1941).
B-D: *L. annulata* and *Aricidea* sp..

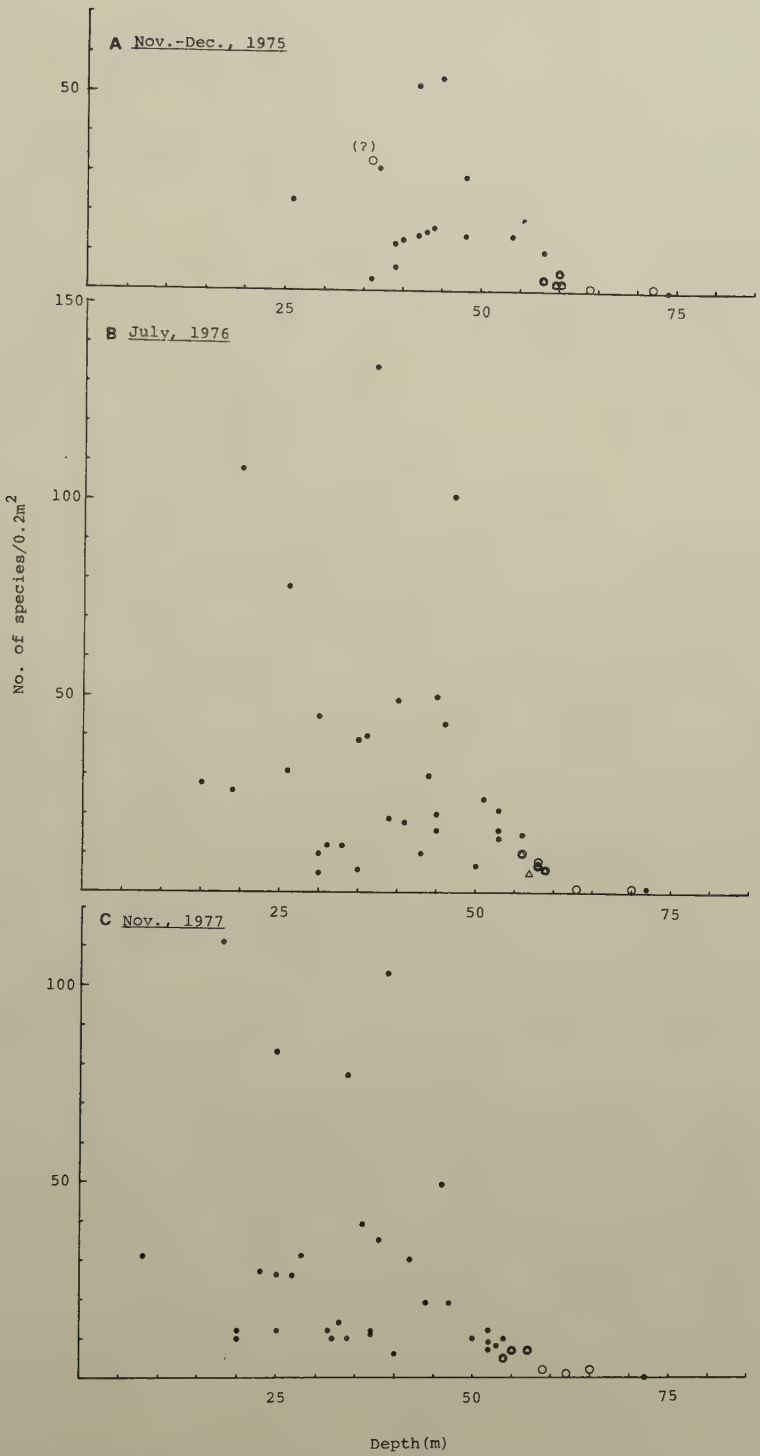
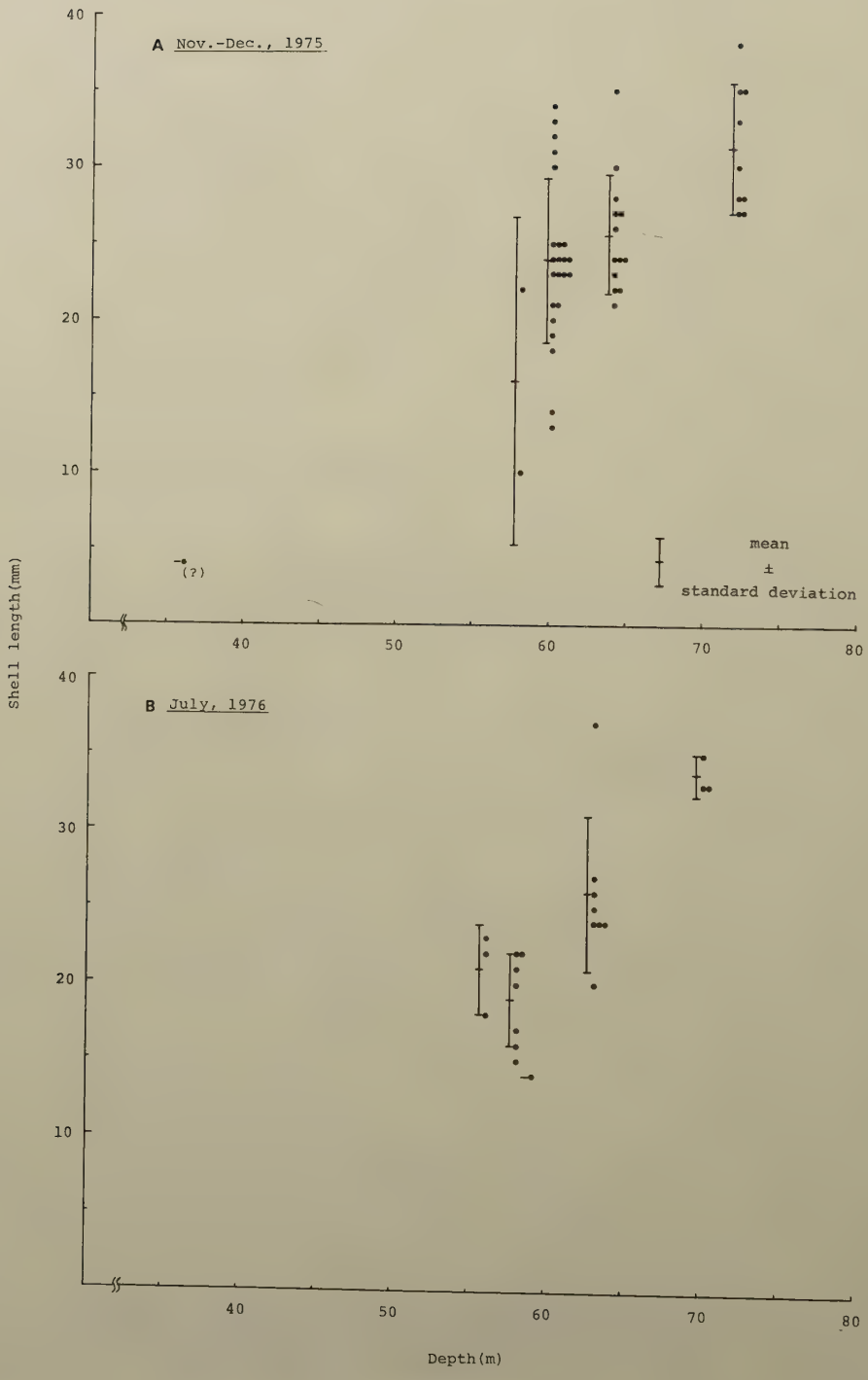


Fig. 4 Relation between number of species and depth. Closed circle; sampling station where *L. annulata* and *Aricidea* sp. were not found. Open circle; *L. annulata*. Triangle; *Aricidea* sp.


A Nov.-Dec., 1975
B July, 1976
Shell length(mm)
Depth(m)
mean
±
standard deviation
(?)
40
30
20
10
40
50
60
70
80

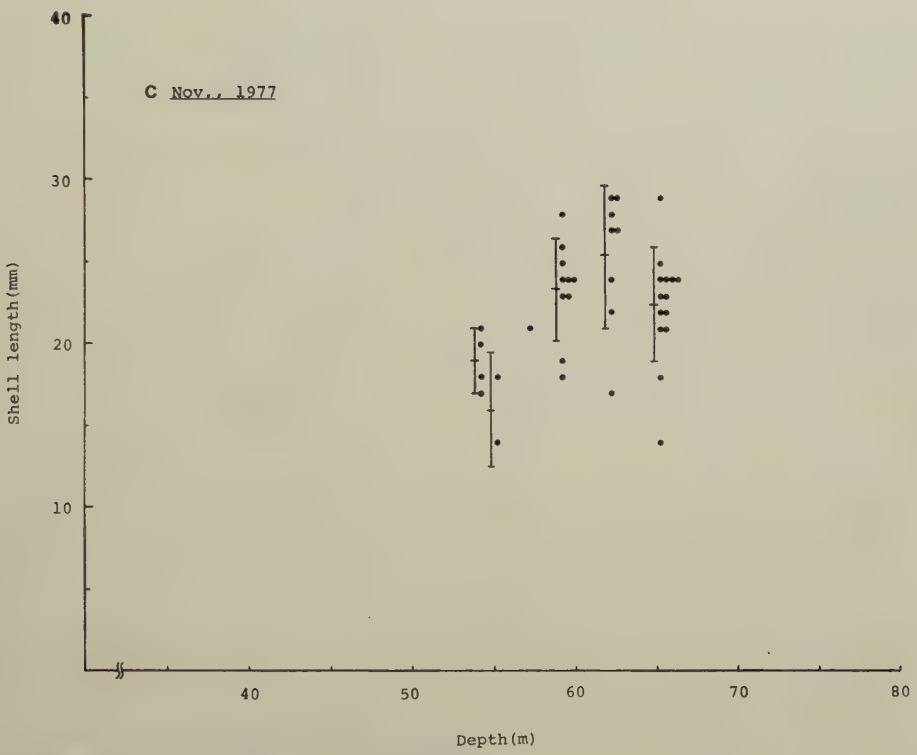


Fig. 5 Relation between size distribution of *L. annulata* (living shell) and depth.

からは全く採集されなかった。一方，1975～1977年には54～72mの水深帯で本種が採集され，湾奥最深部に位置する st. 45では3ヶ年を通じて1個体も採集されなかった（Fig. 3—B～D，および Fig. 4）。このことからみて，現在の *L. annulata* の分布域は1940年当時とくらべ生息水深がいくぶん浅くなり，それに伴う分布域の浅海方向への移動・拡大がみられる一方，st. 45を中心とする湾奥最深部には従来みられなかった本種の非生息域が出現したといえるだろう。

Aricidea sp. は54～60mの水深帯に限って生息しており，*L. annulata* 生息域の浅所側限界水深付近に偏った分布を示している（Fig. 3—B～D，および Fig. 4）。

Fig. 4—A～Cに水深とベントスの総出現種類数との関係，および *L. annulata* と *Aricidea* sp. の出現水深を示した。これらの図から明らかなように，別府湾では水深の増大に伴う出現種類数の漸減傾向が認められ，*L. annulata* や *Aricidea* sp. が出現し始める54～58m水深帯では10種以下（採泥面積0.2㎡あたり），さらに60m以深域ではわずか数種以下へと減少している。現存量（大型個体を除く）や生息密度にも種類数の場合と同様の水深の増大に伴う減少傾向がみられた。*L. annulata* や *Aricidea* sp. に随伴して出現する主要な種類として *Paraprionospio pinnata*,（60m以浅域に生息）*Lumbrineris longifolia*（60 m 以浅域），*Spiochaetopterus costarum*（72m以浅域）といった2～3の多毛類をあげることができる。これらはいずれも堆積物食性，またはロ過食性と考えられている種類である[6)7)]。これら3種は湾奥域のほか別府湾南岸の大分川・大野川両河口域付近を中心にかなり採集され，*P. pinnata*, *S. costarum* ではその生息域がさらに別府湾全域の広い範囲に及んでいる。

Fig. 5—A～Cに *L. annulata* の殻長と水深との関係を示した。水深60m未満では殻長25㎜以上の貝はまれであるが，60m以深域では殻長30㎜を越える大型個体がかなり出現しており，また70～72m水深帯では大型個体のみで構成されている。このように，本種は深い海域に生息している個体ほど大型化する傾向が認め

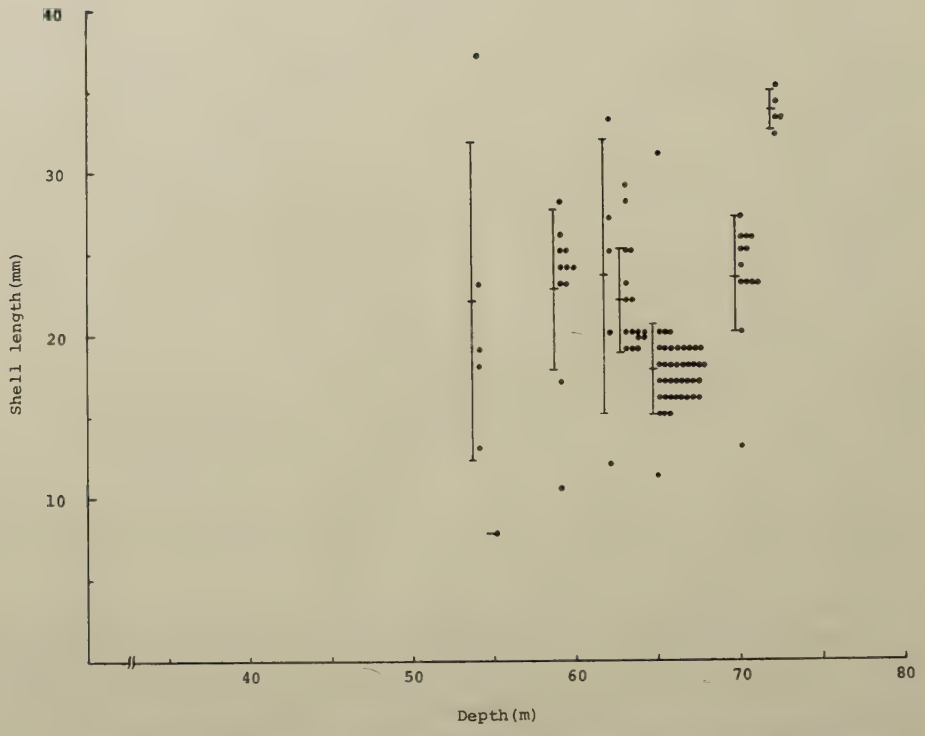


Fig. 6 Relation between size distribution of *L. annulata* (dead shell) and depth.

られる。

Fig. 6 に *L. annulata* の死殻殻長と水深との関係を示した。試料としては1976年に採集したサンプルの一部と1977年の全サンプルを使用した。測定はいわゆる"同相自生型"と考えられる貝殻，つまり左右の貝殻が離れず揃っているものについて実施した。その結果，水深72mではすべて大型の死殻のみが得られたが，54～70mの水深帯では小型のものから大型のものまで殻長範囲が比較的広く出現しており，水深による差は少なかった。

さらに，*L. annulata* に対する捕食者の有無を知る一環として，死貝の貝殻上に残る捕食生物による穿孔跡をしらべた。試料は死貝殻長測定を行ったものと同一のサンプルを使用した。その結果，水深54～55mで得られた死貝の貝殻には穿孔のみられるものがあったが，59m以深の貝殻には全くそのような穿孔跡は観察されなかった（56～58mでは死貝標本は得られていない）。このことからみて本種の生息限界に近い浅い海域では穿孔性捕食生物による食害を受けているが，さらに深い海域では少なくともそれらによる捕食は受けていないものと考えられる。また，水深59m以深から得られたマクロベントスのサンプル中には非穿孔性の捕食生物も全く採集されておらず，このことは59m以深での本種の死亡が主に物理・化学的な要因によるものであることを示唆しているものと思われる。

考　　察

1975年から1977年にかけて3回の別府湾調査を行い，湾奥深部域を中心にして中型の二枚貝 *L. annulata* と多毛類の1種 *Aricidea* sp. が特徴的に生息していることを認めた。すでに宮地[1)]は1940年8月の調査で水深61m以深の湾奥深部域全域に *L. annulata* が生息していたことを報告している。1940年当時と1975～

1977年との本種の分布域を比較した場合，その生息域の浅海方向への移動・拡大が認められる一方，最深部を中心に従来みられなかった非生息域が出現した点が注目される。このような分布域の変化の原因はつぎのように考えることができよう。

近年の別府湾周辺地域における都市化と工業化が同湾の富栄養化の進行をもたらし，その結果，溶存酸素量低下域の拡大と低下度の強化および低下期間の長期化を引き起したことが考えられる。湾奥最深部付近では8月から11～12月頃にかけて極端な貧酸素状態を呈することが多く（Fig. 2），このことが低酸素に比較的強いと考えられている *L. annulata* さえ生息しえない無生物域を出現させた。また溶存酸素量低下域が湾奥深部の停滞域を中心として拡がっていることは大分県水産試験場の調査結果[5]からも明らかに認められ，近年における溶存酸素量低下域の浅海方向への拡大と *L. annulata* の生息域の拡大との間に密接な関係があることをうかがわせる。つまり，貧酸素化の状態が浅海域に拡がることによって，従来その海域に生息していた *L. annulata* の捕食種や摂食・生息域に対する競合種を含めた酸素要求量の高い多くの種が死滅または減少したため，種間競争には弱いが溶存酸素量の低下には比較的強い抵抗力を有すると考えられる本種が浅海域へ生息域を拡大したものと考えることができよう。宮地[1]は別府湾における本種の分布状態から，その生息を規定する因子として水深・年間を通じて18℃以下の低水温および底質をあげ，なかでも底質における酸化還元電位の低い層の存在が捕食生物を含めた多くの酸素要求量の高い種の生息を許さず，本種に有利な生息域を提供しているのであろうと推測している。今回の調査結果は宮地のこのような考えを支持しているとみられる。

L. annulata は日本では北海道南部から東シナ海にかけて分布しているといわれ[8][9]，宮地は別府湾のほか鹿児島湾でも本種が採集されたことを報告している。[10]鹿児島湾での採集点は水深200mで水温は約15℃（7月）と低く，泥表は酸化層でおおわれる。1/50m²の採泥面積をもつエクマンーレンツ型採泥器によって3個体の多毛類とともに1個体が採集されたと記録している。また東京湾では増井[11]，北森[12]による報告がある。増井[11]によれば，東京湾での採集点st.43は湾奥に位置し水深19mで泥温20℃弱（8月）と考えられ（st.43での泥温測定は行われていない。st.43に比較的近いst.17〔水深13m〕の泥温記録20.05℃から推定した），底質は黒色還元泥で臭気を帯びていた。エクマンーレンツ型採泥器により本種のみ1個体が採集されたと述べている。さらに北森[12]も東京湾奥部を中心にゴイサギガイ，ヨコハマチヨノハナガイとともに本種が採集されたことを報告している。

上述した別府湾や鹿児島湾・東京湾における本種の分布状況からみて，本種の生息には少なくともある程度の低水温と競合性ベントスの少ないことが必要条件であり，溶存酸素量の低下は競合性ベントスの排除に役立っていると考えることができよう。

L. annulata は水深の増大に伴い大型化する傾向がみとめられたが（Fig. 5），それがどのような原因で生じているのかは，調査回数が少なく，本種の生活史，特に産卵期・生長速度・寿命等に関する知見が全く欠如しており，現在のところ明らかでない。水深の増加に伴う大型化の問題に関してはたとえばi）成長による深浅移動の有無，ii）水深と成長速度の関係，iii）死亡原因の水深に伴う変化（浅海側では他生物による捕食，深部域では物理・化学的要因—溶存酸素量の低下か？—による死亡と考えられる），iv）本種の幼稚体と成体との溶存酸素量低下に対する抵抗性の相違，v）年による溶存酸素量低下度の強弱等を考えることが必要であろう。菊池，田中[13]は瀬戸内海の燧灘でシズクガイの殻長組成が調査地点によって異なることを見い出し，溶存酸素量低下度の地点間の相違を反映したものであると推論している。*L. annulata* の場合もシズクガイと類似した機構が働いている可能性が考えられる。

他の1種のベントス *Aricidea* sp. の生息域は *L. annulata* の浅所側生息限界水深付近の狭い範囲に限られている。これは本種が溶存酸素量の低下に対しては *L. annulata* より弱く，他種との競争力も比較的劣るということに起因しているものと思われる。

摘　　要

1975年11～12月，1976年７月，1977年11月の３回にわたり別府湾全域のベントス調査を行い，特に湾奥深部域のベントスに関して以下のことが明らかとなった。

１）湾奥深部域には二枚貝の１種でツキガイ科に属するツキガイモドキ *Lucinoma annulata* のほか，多毛類の Paraonidae に属する *Aricidea* sp. が特徴的に生息している。

２）*L. annulata* の分布域は1940年当時とくらべた場合，浅海方向への拡がりをみせるとともに，湾奥最深部付近では本種の非生息域が出現した。これは別府湾の富栄養化による底層水の貧酸素化現象の強化とそれに伴う *L. annulata* との競合性ベントスの減少が主な原因と考えられる。

３）*L. annulata* の殻長は水深の増大とともに大型化する傾向のあることを認めたが，その原因は明らかではない。

文　　献

1）Miyadi, D., 1941 : Marine Benthic Communities of the Beppu-Wan. Mem. Imp. Mar. Obs., 7 (4), 483-502.

2）長浜正穂，1951：本邦に於ける２，３の内湾の有孔虫群の研究．資源研彙報，(19—21)，142—148.

3）久岡　実，宇野史郎他２名，1976：別府湾全域観測．埋立の漁業環境への影響に関する調査，研究．昭和50年度報告書，19—33.

4）塩沢孝之，川名吉一郎他３名，1977：別府湾海水中の重金属の鉛直分布とその季節変動．日本海洋学会誌，33，350—356.

5）大分県水産試験場，1973—1978：昭和47—52年度漁況海況予報事業結果報告書.

6）Jumars, P. A. and K. Fauchald, 1977: Between-Community Contrasts in Successful Polychaete Feeding Strategies. Ecology of Marine Benthos. Edited by Bruce C. Coull. 1-20.

7）中尾　繁，1976：底質および種組成からみた多毛類，イソメ科３種の食性．北大水産彙報，27（２），63—70.

8）稲葉明彦，1963：瀬戸内海の生物相．352 pp.，広島大学理学部付属向島臨海実験所.

9）肥後俊一，1973：日本列島周辺海産貝類総目録．LI＋397＋LXI pp.，長崎県生物学会.

10）宮地伝三郎，増井哲夫，1942：鹿児島湾及び山川港の底棲群聚に就いて．海洋時報，13（３），271—282.

11）増井哲夫，1943：東京湾の底棲群聚に就て．日本海洋学会誌，３（２），130—141.

12）北森良之介，1950：東京湾底棲動物の研究　第二報　底棲動物の分布並季節的変化。日本水産学会誌，16(7)，275—280.

13）菊池泰二，田中雅生，1976：シズクガイ *Theora lata* (Hinds) の生態学的特性，殊に生活史の特徴と非調和性環境への適応性について．生理生態，17（１—２），261—271.

Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. (12) 115~124 (1980)

土佐湾の海洋構造について—I*

土佐湾の潮流

宮田　和夫・坂本　久雄・百田　方子

Oceanographycal Stracture in the Tosa Bay-1.

on the Tidal Current

Kazuo MIYATA, Hisao SAKAMOTO and Masako MOMOTA

In the present paper. discussions were made on analysis of the tidal current surveys at the Tosa Bay in 1976-1978.

The results summarized in the following items.

1. In the Tosa Bay, it was assumed that there were three circulation currents which were formed clockwise in the west-side and east-side, and counter clockwise in the center as the average tidal current in 24 hours.
2. The tidal current were formed a standing wave with a node line paralleled to the coast which progressed to NW from SE, on the continental shelf.

土佐湾は太平洋に向かって弧状に開いた開放性海湾で，海深が10～200 mの間ではゆるやかな勾配の大陸棚を有し，200～600mの間では急激な勾配の大陸棚斜面となっている。その両端は足摺岬と室戸岬で，両岬のそれぞれ約25海浬南沖を黒潮主軸が平均的に位置し，東流している。

土佐湾の水温・塩分その他の項目が示す海洋構造は，海底地形による定常的な変化に対して，黒潮流路変化の影響を強く受けて複雑な変化をしているため，これまで主として黒潮との関連で記述されることが多かった。

しかし，近年になって外洋性海湾における水産資源培養方式の開発可能性の検討，漁海況予測，船舶による油汚染などの問題に関連し，従来より詳細な海洋構造を論議する必要が生じてきた。

本報告は土佐湾におけるチダイ浮遊期の卵稚仔輸送機構**を明らかにするため，土佐湾の大陸棚上で行なった25時間の表層潮流観測結果についてまとめたもので，より長期の観測結果・鉛直的流動変化などの検討は今後の問題としたい。

この報告をまとめるに当って，校閲のうえ有益な助言を頂いた南西水研海洋部長服部茂昌氏に深謝します。また，浮標設置などの困難な海上作業に従事して頂いた調査船こたか丸船長日高覺氏ほか乗組員の諸氏に感謝します。

調　査　の　方　法

土佐湾の流動に関する実測資料は，表面流について高知県水産試験場の漁況海況予報事業で実施されてい

1979年11月17日受理，南西海区水産研究所業績　第98号

＊　本報告の一部は，日本海洋学会・水産海洋研究会の昭和54年度秋季水産海洋シンポジウムで発表した。

＊＊　特別研究「資源培養方式開発のための沿岸域における若令期タイ類補給機構に関する研究」

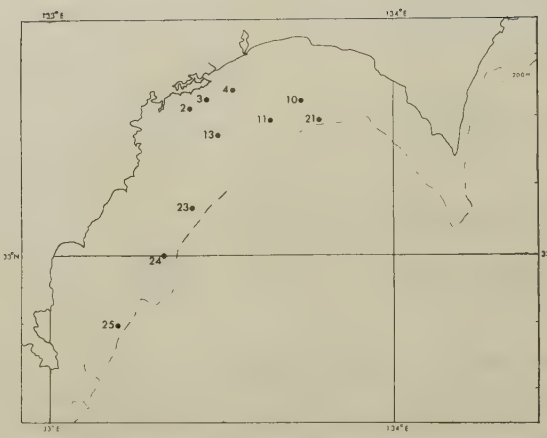


Fig. 1 Location of tidal current measuring stations in 1976.

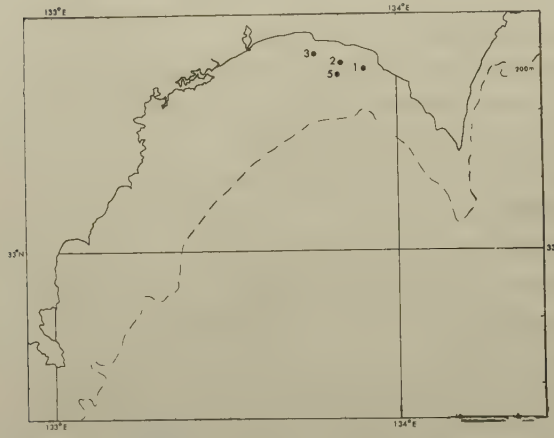


Fig. 2 Location of tidal current measuring stations in 1977.

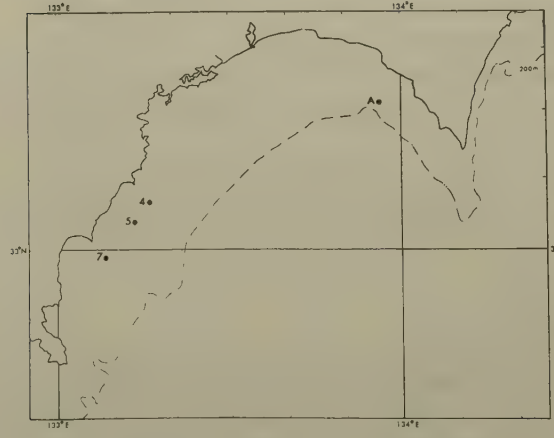


Fig. 3 Location of tidal current measuring stations in 1978.

るGEK測流があるが，200m以浅の大陸棚であることから，海底磁場の影響をうけており，流動を論議するには問題がある。土佐湾における潮流観測は神戸海洋気象台により数回実施されているが，24時間以上の連続観測[1)2)]は1測点（1976年2月海面下30m・80mの2層）の1例のみで，土佐湾としての潮流資料はほとんど皆無の状態といえよう。

このため，全体的な潮流特性を明らかにする必要上，土佐湾を5つの小ブロックに分け，1975—1978年の4カ年間に大潮期を選んで合計32地点の潮流観測を実施したが，波浪等の影響の少ない良好な資料が得られたのは，Fig. 1—3に示したとおり1976—1978年の合計18点であった。

潮流観測は，Fig. 4に示すとおり，主錨と副錨で海底に固定し，係留索が鉛直になるよう副浮子と主ブイを用い，また波浪やウネリの影響をなるべく少なくするため，自記流速計を海面下10mになるよう係留索に固定した。設置し観測した期間はそれぞれ48時間前後であり，その期間の正午における設置場所附近の海上風をTable 1. に示した。また，Table 1 には現場附近の海上風の状態に良く近似している室戸岬測候所における日平均風速と瞬間最大風向風速[3)]を示している。

Table 1 から，1976年1月の観測では平均10 m/sec 程度のNW系の風が示されているが，土佐湾の波浪は1m以下の波高である。また，1977年6月1日から2日朝にかけては，低気圧が通過し，風浪とウネリはかなり大きなものであった。その他の観測期間では海上は静穏であった。

流速計は，小野式自記流速計または General Oceanics 社製フィルム記録流速計モデル2010型を使用した。前者の記録は毎20分前後の10分間について読取り基礎資料とし，後者は3.75分毎の記録を毎20分間隔の前後5個をとって北分速と東分速の平均値を求め基礎資料とした。それらの毎20分間隔の資料について，2次回帰補間法で平滑化[4)]し，24個の毎太陰時の分速値により調和分解を行ない，Table 2. の調和常数

を得た。

東分　$Ut=U_0+U_1cos(\sigma t-\mu_1)$

$$+U_2cos(2\sigma t-\mu_2)+U_4cos(4\sigma t-\mu_4)$$

北分　$Vt=V_0+V_1cos(\sigma t-\upsilon_1)$

$$+V_2cos(2\sigma t-\upsilon_2)+V_4cos(4\sigma t-\upsilon_4)$$

ここで，$U\cdot V$ は流速，$\sigma=360°/25$ 時とした。また，$\mu\cdot\upsilon$ は遅角で，それぞれの観測日における月の133°E子午線上経過時を海上保安庁発行の潮汐表によって求め，それを紀元時として示した。添数字0は25時間の平均流（恒流成分）であり，添数字1・2・4はそれぞれ日周潮流・半日周潮流・¼日周潮流の各成分を示している。

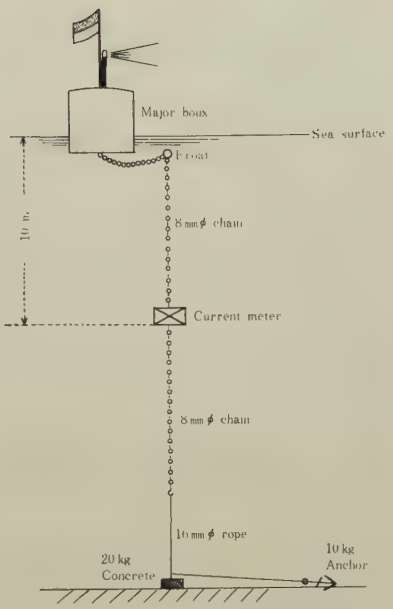


Fig. 4　Installation diagram

結　　果

各点における潮流楕円要素を Table 3. に示した。表中の流向は，真方位で北から時計回りにとり，遅角は月の南中時刻からの位相角を示した。

1，恒流成分

本報告で使用した資料は，Table 2. に示されているとおり，観測年月の異なった断片的なものであり，各点1～2昼夜の短時間の観測値である。すなわち，ここでは25時間の平均流を恒流として取扱うことにする。

Table 1.　The wind data in the observations.

Year	Date	Above on the ship in the observations			On the Muroto meteorological observatory		
		Direct	Scal	Velocity (m/sec)	Average velocity (m/sec)	Maximum	
						Velocity (m/sec)	Direct
1976	Jan. 19	W	5	8.0-10.7	10.7	15.3	W
	Jan. 20	NW	3	3.4- 5.4	10.8	18.8	W
	Jan. 21	NW	5	8.0-10.7	10.4	19.2	W
	Jan. 22	NW	4	5.5- 7.9	13.1	21.9	W
	Jan. 23	NW	6	10.8-13.8	10.6	16.1	WNW
1976	May 31	S	2	1.6- 3.3	3.2	5.4	W
	Jun. 1	SW	2	1.6- 3.3	5.8	8.8	WSW
	Jun. 2	N	2	1.6- 3.3	5.0	8.6	WNW
1977	Jun. 1	SE	3	3.4- 5.4	12.6	16.1	ESE
	Jun. 2	—	2	1.6- 3.3	9.0	21.1	SSE
	Jun. 3	SE	2	1.6- 3.3	3.4	7.9	NW
1978	May 21	—	2	1.6- 3.3	4.0	10.1	WNW
	May 22	SE	2	1.6- 3.3	5.8	12.7	ENE
	May 23	S	1	0.3- 1.5	5.9	12.1	ENE
	May 24	NE	3	3.4- 5.4	4.1	6.9	NE

Table 2. The results of harmonic analysis of tidal current.

Year	Station	Lat. (N) / Long. (E)	Date / Moon Age	Layer of Obs. (m) / Depth (m)	Instrument	Component	Average Current (cm/sec)	Diurnal Current Vel. (cm/sec)	Diurnal Current Phase Lag (°)	Semi-Diurnal Current Vel. (cm/sec)	Semi-Diurnal Current Phase Lag (°)	Quarter Diurnal Current Vel. (cm/sec)	Quarter Diurnal Current Phase Lag (°)
1976	2	33°-21.8′ 133 -24.6	Jan. 19 17.5	10 50	O	E N	13.2 − 5.3	4.9 6.5	120 69	4.0 0.9	80 129	0.8 2.2	121 220
	3	33 -23.0 133 -28.4	Jan. 19 17.5	10 52	O	E N	1.9 5.2	7.5 6.8	59 235	1.6 4.4	87 91	1.4 4.6	88 225
	4	33 -24.3 133 -32.2	Jan. 19 17.5	10 50	O	E N	2.6 − 7.5	5.9 1.3	36 131	3.3 10.2	189 354	1.3 1.3	191 52
	10	33 -22.7 133 -44.0	Jan. 21 19.5	10 105	O	E N	− 4.8 10.8	7.8 5.5	32 246	8.2 6.4	74 304	2.2 3.4	305 82
	11	33 -20.5 133 -38.4	Jan. 22 20.5	10 100	O	E N	5.6 − 6.3	4.7 13.0	325 174	15.9 11.5	76 277	4.3 5.2	351 152
	13	33 -17.6 133 -29.5	Jan. 22 20.5	10 95	O	E N	14.9 7.9	1.3 1.9	344 266	6.8 6.9	149 117	1.6 1.8	63 40
	21	33 -20.0 133 -47.0	May. 31 2.1	10 135	O	E N	− 5.5 11.0	12.2 4.1	27 262	9.8 1.4	20 28	2.3 0.2	29 211
	23	33 -07.0 133 -25.0	Jun. 01 3.1	10 150	G	E N	− 0.7 − 2.5	3.7 12.5	198 269	7.6 3.2	21 221	2.5 2.6	272 330
	24	33 -00.0 133 -20.0	May. 31 2.1	10 145	O	E N	−14.0 11.0	3.5 3.3	103 341	7.7 9.0	181 25	2.2 2.6	315 137
	25	32 -50.0 133 -12.0	Jun. 01 3.1	10 155	O	E N	1.8 − 5.6	14.7 14.1	351 225	35.2 24.5	148 55	2.3 2.5	75 20
1977	1	33 -27.1 133 -54.3	Jun. 02 15.0	10 32	O	E N	− 7.0 7.5	3.2 2.4	2 188	1.6 1.7	115 351	0.0 0.5	317 198
	2	33 -28.1 133 -50.2	Jun. 01 14.0	10 37	O	E N	− 5.1 2.4	4.2 3.5	282 161	2.9 2.3	297 227	0.2 3.2	207 162
	3	33 -29.2 133 -45.6	Jun. 01 14.0	10 33	G	E N	−22.0 −12.7	0.9 8.4	8 250	2.1 6.7	347 110	4.6 2.8	331 9
	5	33 -26.0 133 -49.6	Jun. 02 15.0	10 61	O	E N	−18.9 0.1	2.1 14.1	35 37	2.0 1.7	188 63	1.0 2.2	157 348
1978	4	33 -07.0 133 -16.4	May. 22 14.9	10 97	G	E N	29.1 18.9	8.5 12.5	274 140	12.3 2.7	248 228	4.9 2.5	156 63
	5	33 -04.0 133 -13.5	May. 22 14.9	10 95	O	E N	24.0 21.1	9.1 7.1	325 7	1.5 1.5	142 258	0.5 2.8	309 102

(Instrument) O: Propellar current meter G: General oceanics, inc. current meter model 2010

Table 3. The elements of tidal current ellipses.

Year	Station	Average Current		Axis	Diurnal Current				Semi-Diurnal Current				Quarter Diurnal Current			
		Dir. (°)	Vel. (cm/sec)		Dir. (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Rotation	Dir. (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Rotation	Dir. (°)	Vel. (cm/sec)	Phase Lag (°)	Rotation
1976	2	111	14.2	L	33	7.4	85	↺	81	4.1	81	↺	356	2.3	139	↺
				S	123	3.3	355		171	0.6	171		86	0.8	229	
	3	20	5.5	L	312	10.2	123	↺	20	4.7	91	↺	346	4.7	132	↺
				S	42	0.3	213		110	0.1	181		76	0.9	222	
	4	160	7.9	L	271	5.9	144	↺	343	10.7	5	↺	314	1.8	31	↺
				S	1	1.3	234		73	0.8	95		44	0.6	301	
	10	335	11.8	L	303	9.3	138	↺	304	9.6	89	↺	331	3.9	93	↺
				S	33	2.6	48		34	4.2	359		61	1.3	183	
	11	138	8.4	L	342	13.7	171	↺	305	19.4	97	↺	320	6.8	160	↺
				S	72	2.1	81		35	3.4	7		50	1.1	250	
	13	62	16.9	L	15	1.9	84	↺	44	9.4	132	↺	42	2.4	50	↺
				S	105	1.2	354		134	2.6	42		132	0.4	320	
	21	333	12.3	L	282	12.4	150	↺	82	9.9	21	↺	277	2.4	151	↺
				S	12	3.3	60		172	0.1	111		7	0.0	61	
	23	195	2.6	L	6	12.6	93	↺	292	8.2	156	↺	42	3.2	56	↺
				S	96	3.5	183		22	1.0	66		132	1.7	146	
	24	308	17.8	L	312	4.2	50	↺	320	11.6	16	↺	320	3.4	136	↺
				S	42	2.3	320		50	2.4	286		50	0.0	46	
	25	161	5.9	L	313	18.2	163	↺	274	35.3	29	↺	41	3.1	45	↺
				S	43	9.3	73		4	24.4	299		131	1.5	315	
1977	1	317	10.3	L	307	4.1	175	↺	317	2.1	35	↺	358	0.5	162	↺
				S	37	0.2	85		47	1.1	305		88	0.0	72	
	2	295	5.7	L	305	4.8	123	↺	63	3.2	81	↺	2	3.3	162	↺
				S	35	2.6	33		153	2.0	351		92	0.1	72	
	3	240	25.4	L	357	8.4	110	↺	349	6.9	113	↺	61	5.2	19	↺
				S	87	0.8	20		79	1.7	203		151	1.5	109	
	5	270	18.9	L	9	14.3	38	↺	307	2.4	30	↺	336	2.5	14	↺
				S	99	0.0	128		37	1.2	300		66	0.1	284	
1978	4	57	34.7	L	330	14.2	128	↺	78	12.6	113	↺	273	4.9	21	↺
				S	60	5.4	38		168	0.9	23		3	2.5	291	
	5	48	32.0	L	54	10.9	19	↺	314	1.9	69	↺	349	2.9	104	↺
				S	144	3.9	109		44	1.1	159		79	0.2	194	

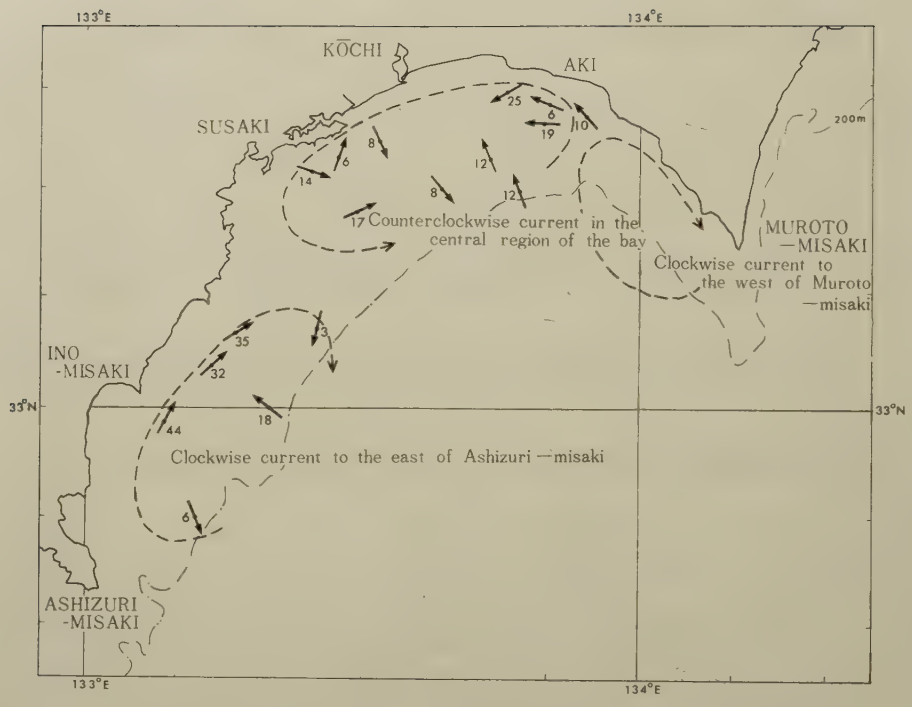


Fig. 5 Average tidal current (cm/sec)and its schematic circulation.

Table 3. から土佐湾の恒流向は一定でなく，恒流速は2.6～34.7cm/sec の範囲であり，豊後水道の8～15 cm/sec ならびに紀伊水道の3～16cm/sec と比較すると[5]，やや大きい値を示しているとみられる。

土佐湾の恒流向は場所により大きく相違しているので，その状況を Fig. 5. に示した。Fig. 5. から，流向が系列的であり比較的強い流れとして認められるものは，土佐湾西部沿岸の北東流・安芸沿岸の西流・安芸南方10海里附近の北々西流が指摘できる。西部沿岸の北東流は距岸3海里附近において32～44 cm/sec を示し，湾内ではもっとも顕著なものであるが，その沖合の海深200m附近の恒流は流速 3～18 cm/sec で，沿岸域よりも弱流を示し，流向は複雑で系列的でない。すなわち，沿岸の北東流の流速には足摺岬東側沿岸沿いに流入する黒潮分枝流の影響があったとみられる。

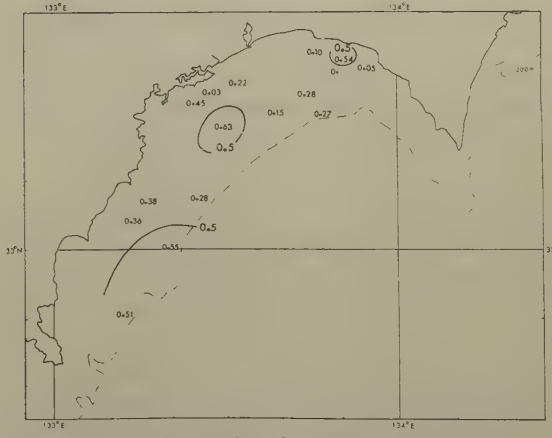


Fig. 6 Velocity ratio of minor to major axis on the diurnal tidal current.

安芸沿岸の西流は，流向は陸岸に並行で，6～25 cm/sec の流速を示しているが，観測期間の前半に SE系の強風が連吹していることから，風の影響が考えられる。安芸南方10海里附近の北々西流は，観測時期が異なるが流向流速

とも近似した恒流（12cm/sec）を示した。その西側の高知南方の各点における恒流の流向は系列的でないが，前記北々西流の反流のような形で 6～17 cm/sec の流れが認められる。

2. 潮流成分

(1) 潮流楕円の形状

潮流楕円要素について，短軸の長軸に対する流速比率を求めると潮流楕円の形状を表わすことができる。すなわち，比率0は直線であり，1は円を示す。

日周潮流と半日周潮流のそれぞれについて，その流速比率を Fig. 6. 7. に示した。日周潮流は Fig. 6. に示すとおり，往復潮に近い形状が中央部沿岸近くにみられるが，全体に22～55%の比をもつ楕円である。半日周潮流（Fig. 7）は安芸沿岸と伊ノ岬沖の2海域で往復潮流に近くなっているが，16～53%の比を示し，日周潮流よりはやや短軸が短く細長い形状となっている。土佐湾の半日周潮流の楕円形状を紀伊水道や豊後水道と比較すると[5]，両水道よりも比率が大きい。

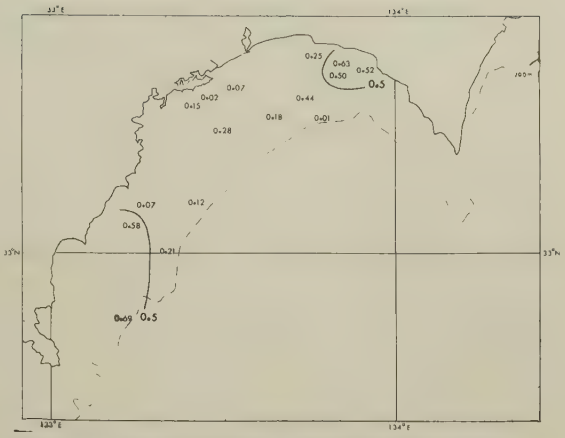


Fig. 7 Velocity ratio of minor to major axis on the semi-diurnal tidal current.

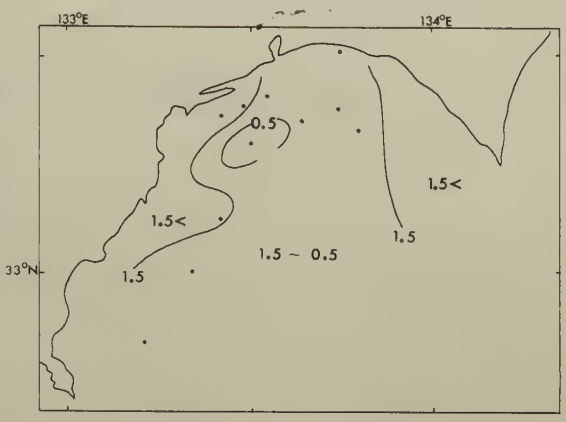


Fig. 8 Velocity ratio of diurnal to semi-diurnal tidal current.

(2) 潮流形態の地域的特徴

長軸の日周潮流と半日周潮流の流速比を Fig. 8. に示しているが，沿岸では日周潮流優勢，沖合特に中央附近では半日潮流が優勢となっている。

(3) 潮流の最大流速

Fig. 9. 10. は，日周潮流と半日周潮流のそれぞれについて，最大流速値と長軸向を示した。日周潮流最大流速値は 2～18 cm/sec，半日周潮流では 2～35 cm/sec の範囲内であり，とくに足摺岬東方の1976年の st. 25 で最高値を示したが，複雑な様相を示し地域的な特徴は認められない。

(4) 潮流々向の特徴

長軸向は日周潮および半日周潮の両潮流成分間で非常に類似し，地域的特徴としては，全般的に陸岸近くではその軸向が陸岸に並行しているとみられる。また，沖合域では土佐湾中央より東側では陸岸に並行しているが，西側では直角方向に近いといえる。すなわち，潮浪の進行方向は南東から北西へ向っているものと考えら

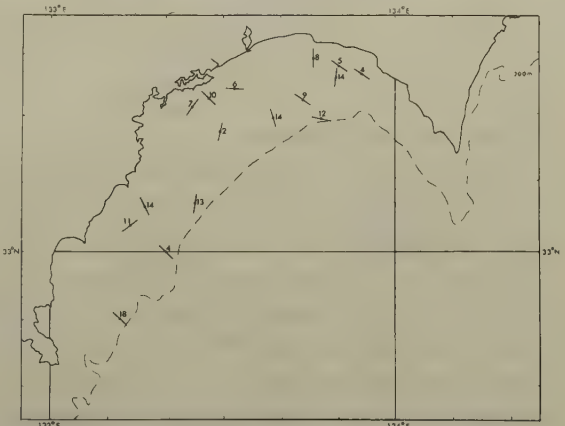


Fig. 9 Direction of the axis and maximam velocity on the diurnal tidal current.

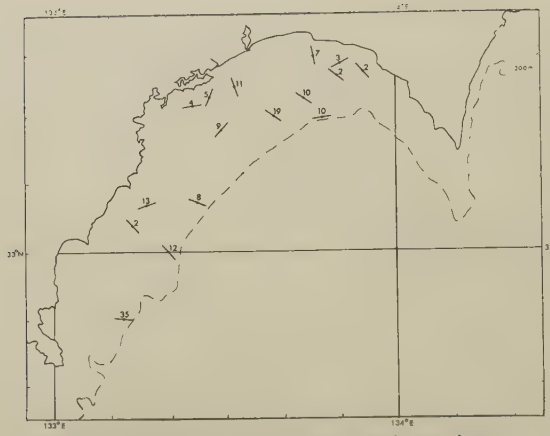


Fig. 10 Direction of the axis and maximam velocity on the semi-diurnal tidal current.

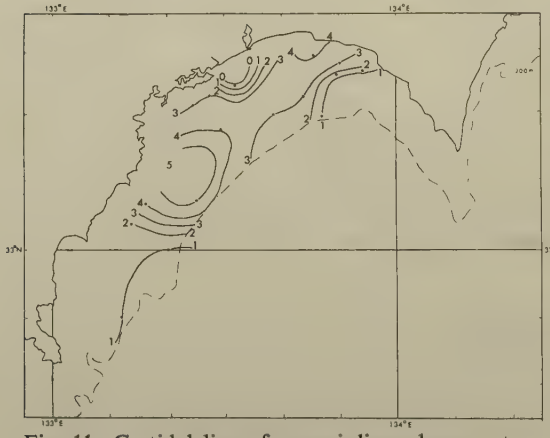


Fig. 11 Co-tidal lines for semi-diurnal current.

れる。

(5) **最大流速の出現時間**

月の133°E子午線上経過時刻から日周潮流および半日周潮流の最大流速値に達するまでの時間をみると，日周潮流では地域的特徴はなく等時線を画くことはできない。半日周潮流の等時線は Fig. 11. のとおりであり，大陸棚縁から陸地に向かって月の子午線上経過後1時間から4時間の位相の遅れがみられる。しかし中央沿岸域では沖から岸に向かって月の子午線上経過後3時間から1時間へと位相差が少なくなる傾向がある。このように，位相差が逆進していることは潮浪の進行が陸岸で回析している現象を示すものと考えられる。

(6) **合成潮流の流況**

Table 2. の月令に示すとおり，潮流観測は朔あるいは望の大潮期において実施されている。月の133°E子午線上経過時（高知港では最干潮時に相当する）を00時として3時間毎の潮流々況を Fig. 12. に示した。すなわち，高知港を基準にすると，Fig. 12. の03時は上げ潮時の最大流速を示し，09時は下げ潮時の最大流速を示している。

高知港の上げ潮最大時の土佐湾の潮流は，局部的に整一でないが，全般的に湾内を時計回りに流れ，その流速は 4～25 cm/sec の範囲である。一方，下げ潮最大時の土佐湾の潮流は上げ潮時よりも流向がさらに整一でなく局所的な乱れが多いが，大局的にみれば湾内を反時計回りに流れ，その流速は 2～35 cm/sec でやや強いとみられる。

考　　察

1. 恒流から推定される環流系

前述したとおり，本報で取扱った資料は同時期のものでないから，その定常性に問題があると思われるので，観測年月は相違しているが，近接した測流点の恒流成分を比較検討することにする。本報における1976年1月22—23日観測の st. 11 の南1.7海里附近では，1976年2月13—14日神戸海洋気象台による潮流観測（北緯33° 15.9′，東経133° 39.6′）[1)2)] が実施されている。その観測結果から25時間の平均流を求めると，30m層の恒流向152°・恒流速1.8cm/sec を示している。本報の st. 11の結果は，Table 3. に示すように138° 8.4 cm/sec で流速が4倍程度速いが，流向では近似している。また，両者の観測期間中は海上で北西10m/sec前後の季節風が連吹していたことを考慮すると，その恒流成分には風による吹送流が多分に含まれていたことになるが，同時期に観測されている隣接観測点の恒流の状態からみると，風による吹送流の影響としては充分な説明ができない。すなわち，Fig. 5.に示される恒流は湾形や海底地形によって生じる恒常的な性格が強いものと言えよう。その恒常性については今後なお検討しなければならないが，高知県水産試

験場が実施された漁況海況予報事業沿岸定線調査の各観測点における月別10年塩分平均値からの高偏差域が，須崎港南方と安芸南方の２線附近に集中する傾向があること[6]から，土佐湾の表層における恒流は Fig. 5.に示したように足摺岬東方右旋環流・中央部左旋環流・室戸岬西部右旋環流の３つの環流により模式的に表現できよう。

2. 土佐湾にみられる進行性潮浪波

土佐湾の海底地形は陸岸近くから海深 200 m 線までの勾配はゆるやかで，その沖では急勾配の大陸棚傾斜となっている。SVERUDRUP *et al* (1942)[7]，斉藤 (1959)[8] によると，大陸棚上で海岸に直角な進行性定常波にともなう潮流の最大速度は，潮汐の振幅を一定とすると，大陸棚縁の近傍で潮流がもっとも強くなることを指摘している。

Fig. 9. 10. の両図に示されているように，土佐湾中央の陸棚縁近傍では沿岸域よりも流速が強くなっている。また，潮流楕円の形状を表わす長短軸流速比は Fig. 6. 7. に示すように中央で小さく，西側で大きい特徴がみられる。このことから土佐湾へは北西へ向かう進行性の潮浪による回析波の影響が土佐湾西部海域にあるのではないかと考えられる。

結　　び

本報では，1976年から1978年の間に実施した土佐湾内の測流結果を解析し，(1)恒流成分から３つの環流系によって構成され，それらの環流系内の潮流特性は地域的特徴を示しているらしいこと，(2)土佐湾特有の大陸棚上には北西に向かう進行性の潮浪が認められることを明らかにした。

しかし，取扱った資料が25時間という短時間の調和分解の結果であり，潮流の精細な姿ではなく概要的なもので，上記の結論は仮設的な事項といえる。

本報にとりまとめることができなかったが，現在土佐湾西部の大陸棚上で一年間の長期測流を実施中であり，また東部では毎年４月定点

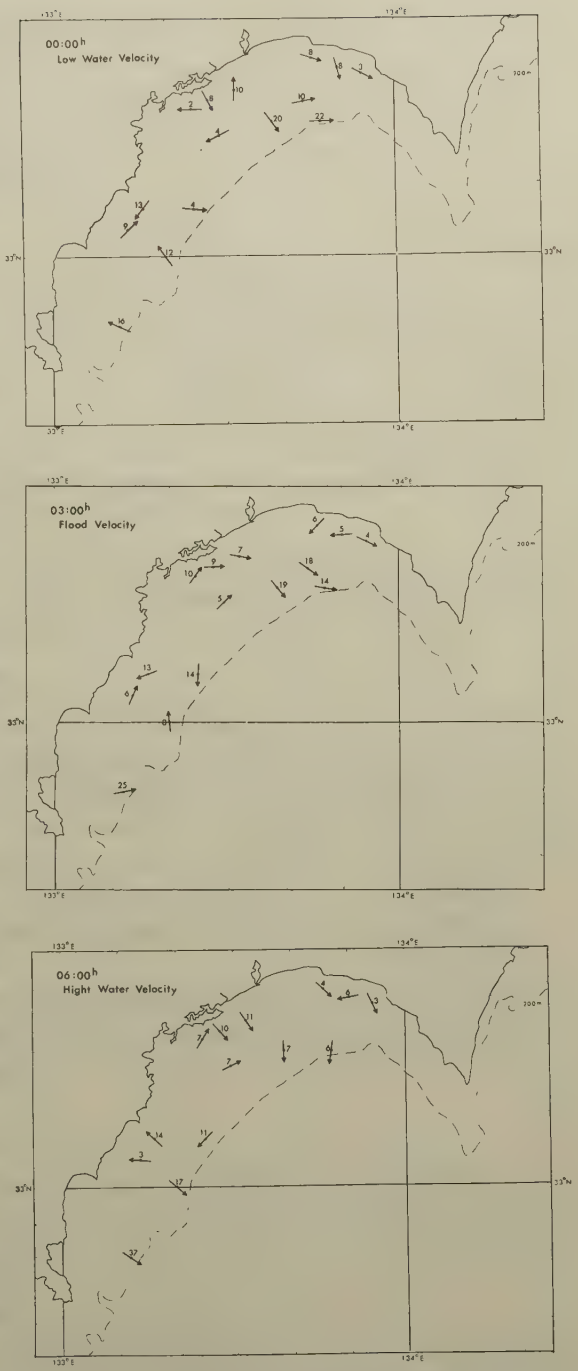


Fig. 12–1 Flow patterns obtained every three hour from the moon's transit on the meridian of 133°E.

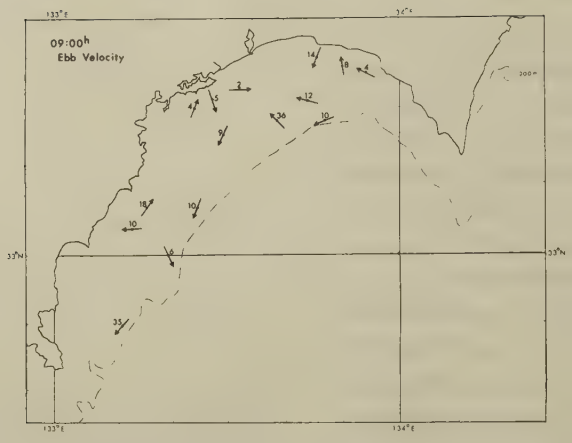


Fig. 12–2 Flow patterns obtained every three hour from the moon's transit on the meridian of 133° E.

Fig. 3 のAにおける 測流観測を 行なっている。それらのとりまとめに当っては，本報で触れなかった M_2 系以外の各分潮の詳細ならびに土佐湾の恒流変化と黒潮との関係などを含めて論ずることにしたい。

文　　献

1）別所進一．1976：土佐湾定点測流観測．神戸海洋気象台海洋速報，**73**，4—22.

2）南　秀人．1976：土佐湾定点測流（MT式）観測報告．同誌，**74**，49—50.

3）高知地方気象台．1976—1978：高知縣気象月報.

4）中野猿人．1939：潮汐学．528pp.，古今書院，（東京）.

5）早川典生・肥後竹彦・高杉由夫・藤原建紀．1976：紀伊水道・豊後水道・関門海峡の3水域における同時潮流観測について．中国工業技術試験所報告．**1**.

6）宮田和夫・坂本久雄・百田方子．1979：土佐湾の海洋構造と流動．土佐湾浮遊油の漁業への影響調査報告書（印刷中）.

7）Sverdrup *et al.* 1942: The Ocean. 1087pp.,（New York）

8）斉藤行正．1959：海水・海流・潮汐．254pp. 海文堂（東京）.

海域における有機化合物の無機化について

山田　久・村上彰男・鹿山　光

1978年10月23日受理，南西海区水産研究所業績第84号
日本水産学会誌第45巻10号，1299～1305頁（1979）に掲載

抄　録

富栄養化，有機汚染を受けた海域の浄化を検討する場合，有機物の無機化速度をは握することは重要である。本報では，現場実験に適した無機化速度測定法を確立し，別府湾に適用した。無機化速度は内室を持つ50mlのフラスコを用い，細菌によって基質より生成した〔^{14}C〕－CO_2を内室のハイアミン－メタノール溶液に吸収させ，放射能をＬＳＣで測定する方法で簡易的に求めた。本法を別府湾に適用して1.06～342.37 mgc/m³/day の無機化速度を得た。無機化速度は冬季より夏季に高く，地理的には湾奥沿岸域で高い結果を得た。

開洋丸による土佐沖・豊後水道沖の大陸棚及び同斜面ならびに土佐海盆におけるトロールその他の調査結果

小西　芳信・浅見　忠彦・花岡　藤雄・永田　樹三・酒井　保次・
山中　完一・陣野　哲郎・工藤　晋二・通山　正弘・岡村　収

1979年２月24日受理，南西海区水産研究所業績第85号
南西海区水産研究所調査報告第３号，60頁（1979）に掲載。

抄　録

土佐沖，豊後水道部沖合域におけるトロール試験によって漁獲される魚類・頭足類・甲殻類その他，各種の分布域・分布量，その他の生物学的諸調査を行うとともに，これらと底質・底生生物・溶存酸素量などとの対応や魚卵・仔稚魚ならびに底層海洋の調査研究を行って，得られた知見を漁業指導上にも役立てることを目的としている。

調査は，昭和50年１月25日から同月31日にかけて行われた。

本調査の主目的である大陸棚斜面域の底魚漁場価値についての結果を概観すると，斜面域の底魚類には，水深200～300mに主として分布する陸棚性深海魚類と480m以深に主して分布する大洋性深海魚類がみられた。一方，海洋構造からみれば，水温・塩分・溶存酸素などの垂直分布などから，〔600m以深の底層水はあまり混合などを行なわず，停滞した状況とみられる。

一方，底質の粒度組成からも，900m深では微細泥で，底層水の滞留を示唆する。

また，900m深でのトロール試験で，各種の生活廃棄物が入網したことなどからすれば，この海域の海底は諸種の沈澱物，浮遊物の堆積域となっているようだ。したがって，有用な大型魚類はほとんどみられず，底着性のサメ・エイ類，ギンザメ類，ソコダラ類のような非遊泳性底生魚類，デトライタスなどを餌とする底生生物が多く，600m以深域での底魚類魚場価値は低いとみられる。

しかし，今回の調査が１月下旬の短期間に行なわれたこと，さらにトロール試験の回数が少なくしかもその曳網水域は有用魚類が集群していると思われる小海谷を避けたものであることからみても，今回の調査から当該調査海域の底魚漁場としての価値を完全に把握できたわけでもない。

なお，トロール調査で114種の魚類が出現したが，そのうちには新種と思われる種類も含まれている。

Gymnodiniun type '65 および３種の赤潮プランクトンの各増殖期における生理的変化と動物プランクトンによる捕食について

宇野史郎

1979年５月10日受理，南西海区水産研究所業績第86号

環境庁：「ギムノディニウム属赤潮の挙動と増殖機構の解明に関する研究」報告書（昭和53年度），115～126頁（1979）に掲載。

抄　　録

Gymnodinium type '65, *Heterosigma inlandica*, *Chattonella* sp.（ホルネリア），*Skeletonema costatum* の４種について，同一条件にて各種ごとに閉鎖系培養を行ない，各増殖期の生理生態的な変化をみた。４種の中では細胞の小さいものほど増殖速度と最高到達密度は高い値が得られたが，反面衰退の速度も高かった。

Gymnodinium についてはクロロフィル *a* 量とクロロフィル *a* 量／フェオ色素量比ともに，増殖率の高い時に高い値という傾向が現われたが，ＡＴＰ量は明確な傾向は現われなかった。また，減数期にはそのほとんどが活発な運動性を持っていても昼間における純生産量は０であった。

Artemia salina と *Tigriopus japonicus* による，*Chattonella* を除く上記３種の摂餌実験では，*Artemia* と *Gymnodinium* との間において顕著な摂餌作用が認められ，赤潮生物による高次生産への潜在的な結きつきを示した。

BULLETIN OF THE NANSEI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

is issued each year with one or two Numbers. All communications relating to this Journal should be addressed to Director.
Exchange of publication will be highly appreciated.

Address

The Nansei Regional Fisheries Research Laboratory
Director & Administrative Sections
Inland Sea Fishery Resources Research Division
Aquaculture Research Division
Red-tide Research Divisin
7782-9 Maruishi Ono-cho, Saik-gun
Hiroshima Pref., 739-04, Japan

Offshore Fishery Resources Research Division
Oceanographic Research Division
6-1-21 Sanbashi-dori, Kochi, 780, Japan

〔非売品〕

昭和55年3月20日 印 刷　　昭和55年3月25日 発 行

広島県佐伯郡大野町丸石7782—9
発行者　南西海区水産研究所
桑谷幸正

印刷所　株式会社 中本本店印刷

CONTENTS

Hisashi YAMADA and Mitsu KAYAMA
On the Mineralization of Organic Substances at the Intertidal Zone 1

Osamu FUKUHARA and Tatsu KISHIDA
Some Observations on the Swimming Behaviour as Related to Feeding in the Red Sea Bream Larvae Reared under Laboratory Conditions 9

Osamu FUKUHARA, Kenji YAMAMOTO, Wataru IZUMI and Katsuhisa ITO
Basic Study on Deformation of Seedling of Marine Fish-I. Abnormalities of Vertebrae and Colour Patterns of the Parrot Fish, *Oplegnathus fasciatus* 21

Hiroshi KURATA and Taiji MATSUDA
Larval Stages of a Parthenopid Crab, *Parthenope validus*, Reared in the Laboratory and Variation of Egg Size among Crabs 31

Hiroshi KURATA and Taiji MATSUDA
Larval Stages of a Goneplacid Crab, *Eucrate crenata*, Reared in the Laboratory 43

Yunosuke SAITO
Studies on the Distribution of *Sargassaceae* in the Seto Inland Sea and its Adjacent waters 51

Ken-Ichi HAYASHI and Masahiro TORIYAMA
A New Species of the Genus *Trachypenaeus* from Japan (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) 69

Masahiro TORIYAMA
On Some Morphological and Ecological Notes of the Three Species of the Genus *Trachypenaeus* (Penaeid Prawn) in Tosa Bay 75

Yoshinobu KONISHI
Vertical Distribution of Eggs and Larvae of Sardine, *Sardinops melanosticta* (T. et S.), and Round Herring, *Etrumeus micropus* (T. et S.) ... 93

Kyoichi TAMAI
Distribution of Two Characteristic Benthos, *Lucinoma annulata* (Bivalvia) and *Aricidea* sp. (Polychaeta) at the Innermost and Deeper Part in Beppu Bay 105

Kazuo MIYATA, Hisao SAKAMOTO and Masako MOMOTA
Oceanographical Structure in the Tosa Bay-I. On the Tidal Current 115

ABSTRACTS

Hisashi YAMADA, Akio MURAKAMI and Mitsu KAYAMA
Mineralization of Organic Substances in Sea Water 125

Yoshinobu KONISHI *et al.*
Report of Trawl and Other Surveys by the R/V Kaiyo-Maru on the Continental Shelf and its Slope off the Pacific Coast of Shikoku and Kyushu and on the Tosa Basin. 125

Shiroh UNO
Physiological Change at Different Growth Stages and Grazing by Zooplankton on *Gymnodinium* type '65 and Another Three Red Tide Plankton Species. 126